2e Sem 1911

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

EN DATE DU 13 JUILLET 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-CINQUANTE-TROISIÈME.

JUILLET — DÉCEMBRE 1911.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1911

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUILLET 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel**, en présentant le premier Volume des *Procès-verbaux des Séances de l'Académie des Sciences, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835, s'exprime en ces termes :

Depuis longtemps déjà, les procès-verbaux des Séances tenues par l'Académie des Sciences étaient considérés comme un monument des plus précieux par tous ceux qui s'occupent de l'Histoire des Sciences. Il ne se passait pour ainsi dire pas de semaine sans que quelque chercheur, ou quelque érudit, vînt demander à notre Commission administrative l'autorisation de les consulter, et de faire des recherches, presque toujours couronnées de succès, dans les Archives de notre Compagnie. Ces procès-verbaux étaient déposés autrefois dans le cabinet du Secrétaire perpétuel pour les Sciences mathématiques. Pour écarter tout danger de perte ou de destruction, les Secrétaires perpétuels les avaient fait transporter à la Bibliothèque, les confiant ainsi à la garde du savant et dévoué bibliothécaire de l'Institut, M. Alfred Rebelliau. Ils ont pensé qu'il y avait mieux à faire encore, et que la publication intégrale de ces documents, d'un intérêt si exceptionnel, contribuerait à mettre en lumière les travaux de nos illustres prédécesseurs et permettrait aux historiens de la Science d'éclaircir bien des points demeurés, aujourd'hui encore, douteux ou obscurs. La tâche qu'ils avaient devant eux était immense. Les procès-verbaux des

Séances de l'Académie ont commencé à être tenus régulièrement depuis l'année 1666 sauf une lacune pour les années 1670 à 1674 inclus. Ils occupent 160 registres in-folio. Le nombre des Rapports faits par les Membres de l'Académie dépasse 10000. Ajoutons qu'il convenait d'envisager l'hypothèse où, au cours de la publication, il aurait paru nécessaire de joindre aux procès-verbaux eux-mêmes certaines pièces annexes, présentant un intérêt particulier.

Nos successeurs, nous l'espérons, ne craindront pas d'envisager cette Œuvre dans son ensemble. Pour nous, à qui le temps et les moyens étaient mesurés, il nous a paru que nous devions, en quelque sorte, courir au plus pressé. Et nous avons proposé à l'Académie de commencer par publier seulement la partie de nos procès-verbaux qui s'étend depuis la fondation de l'Institut en l'an IV de la République jusqu'à cette année 1835 où a été inaugurée, grâce à l'initiative d'Arago, la belle publication des *Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie*, qui comprend aujourd'hui 151 volumes in-4° et qui constitue le plus puissant moyen d'action dont dispose de nos jours une Société savante. Notre proposition a reçu de l'Académie l'accueil le plus favorable. Son exécution aura l'inappréciable avantage de faire, en quelque sorte, remonter la publication des *Comptes rendus* jusqu'à la date même de la fondation de l'Institut. Et d'ailleurs, la partie que nous avons ainsi choisie se rapporte à la plus belle époque de la Science française, celle où des hommes tels que Lagrange, Laplace, Lamarck, Cuvier, Monge, etc., faisaient partie de l'Académie.

Le premier Volume, que nous publions aujourd'hui, comprend les premières années depuis l'an IV jusqu'à l'an VII. Il commence à nous donner une idée très nette du rôle et des travaux de la Classe des Sciences physiques et mathématiques de l'Institut, dans sa première organisation.

La savante Compagnie se réunissait deux fois par décade. La Séance s'ouvrait à cinq heures et demie du soir, et durait le plus souvent deux heures. A cette époque, le Président de chaque Classe était nommé pour six mois seulement. Le premier Président élu fut Lagrange; Laplace lui succéda. C'est à Lacepède qu'échurent tout d'abord les fonctions de Secrétaire.

Les membres se montraient très assidus aux Séances; presque tous d'ailleurs avaient appartenu à l'ancienne Académie.

La Section I (*Mathématiques*) comprenait **Lagrange**, **Laplace**, **Borda**,

Lacroix, **Bossut**, **Legendre**, **Delambre**, tous membres de l'ancienne Académie.

Monge, **Le Roy**, **Carnot**, **Périer**, **Vandermonde** qui, avec **Prony**, **Bonaparte**, **Berthoud**, formaient la Section II (*Arts mécaniques*) avaient également appartenu, à des titres divers, à l'Académie des Sciences.

La Section III (*Astronomie*) était uniquement composée d'anciens Académiciens : **Lalande**, **Méchain**, **Le Monnier**, **Cassini**, **Pingré**, **G. de Bory**, **Messier**, **Jeaurat**.

La Section IV (*Physique expérimentale*) comprenait deux membres nouveaux, **Paul Levêque** et **L. Lefèvre-Gineau**, à côté des Académiciens **Charles**, **Cousin**, **Brisson**, **Coulomb**, **Rochon**.

Guyton de Morveau, **Berthollet**, **Fourcroy**, **Pelletier**, également Académiciens, formaient la Section V (*Chimie*) avec deux membres nouveaux, **Bayen** et **Vauquelin**.

La Section VI (*Histoire naturelle et Minéralogie*) comprenait **d'Arcet**, **Haüy**, **Desmarest**, **Duhamel**, à côté de deux membres nouveaux, **Dolomieu** et **Lelièvre**.

La Section VII (*Botanique et Physique végétale*) comprenait cinq membres de l'ancienne Académie : **Lamarck**, **Desfontaines**, **Adanson**, **Laurent de Jussieu**, **L'Héritier**, à côté d'un membre nouveau, **Ventenat**.

La Section VIII (*Anatomie et Zoologie*) comptait un membre nouveau de grande illustration, **Cuvier**, qui, avec **Richard**, venait s'adjoindre à quatre Académiciens : **Daubenton**, **Lacepède**, **Tenon**, **Broussonet**.

La Section IX (*Médecine et Chirurgie*) était celle qui, avec la suivante, comprenait le plus de membres nouveaux : **des Essartz**, **Hallé**, **Pelletan**, **Lassus**, à côté de **Sabatier** et de **Portal**.

Enfin la Section X (*Économie rurale et Arts vétérinaires*) comprenait deux Académiciens : **Thouin** et **Tessier**, à côté de **Gilbert**, **Huzard**, **Cels** et **Parmentier**.

Cette énumération suffit à montrer qu'après deux ans d'interrègne, l'ancienne Académie renaissait tout entière pour former la *Classe des Sciences physiques et mathématiques* de l'Institut nouvellement créé. Personne du reste ne s'y trompa. On avait supprimé l'Académie des Sciences pour obéir à un principe général. On fut heureux de saisir l'occasion qui s'offrait de la rétablir.

On conçoit que la réunion de tant de savants, qui possédaient déjà les traditions académiques, dut beaucoup faciliter le travail de la Compagnie renaissante. Aussi, dès les premières Séances, nous voyons les membres de la Classe discuter avec précision les propositions qui leur sont soumises, aboutir rapidement à des solutions pratiques, donner au Gouvernement les avis qu'il demande sur une foule de questions, prendre connaissance des Ouvrages qui leur sont présentés, examiner et discuter les travaux qui leur sont soumis, soit par des confrères, soit par les correspondants et les savants étrangers à l'Académie.

Plusieurs Rapports étendus, insérés dans les procès-verbaux, retiendront, aujourd'hui encore, l'attention et l'intérêt du lecteur. L'Académie accueille volontiers les jeunes talents. Si les Commissaires, qu'elle choisit toujours avec l'intention la plus scrupuleuse, ont à signaler quelque défectuosité dans le Mémoire qui leur est soumis, leurs critiques, toujours inspirées par le souci de la vérité et de la rigueur, sont empreintes de la plus grande bienveillance et, le plus souvent, accompagnées d'encouragements.

Les rapports de confiance qui s'étaient établis entre les Académiciens et qui avaient été interrompus pendant la tourmente reprennent tout naturellement. Dès qu'un membre de la Classe est souffrant, le Président délègue un ou deux confrères pour aller prendre de ses nouvelles. Les discussions se maintiennent sur le terrain purement scientifique. La Compagnie reprend, avec les savants des autres nations, les relations amicales et courtoises qui distinguaient déjà l'ancienne Académie. Elle leur fait volontiers les honneurs de ses Séances. Elle a soin d'ailleurs de renommer d'abord les anciens associés de l'Académie : *Joseph Banks*, *Priestley*, *Herschel*, *Pallas*, auxquels elle ajoute deux membres nouveaux: *Maskelyne* et *Cavendish*.

La publication que l'Académie a entreprise paraîtra donc, nous l'espérons, pleinement justifiée ; et nous avons confiance que cette impression se confirmera de plus en plus à mesure que paraîtront les Volumes suivants. Mais elle présentait, on doit le reconnaître, des difficultés de plus d'un genre.

L'une d'elles était plus grande qu'on ne pourrait le supposer. Les procès-verbaux ont été transcrits par des employés souvent ignorants, à qui il est arrivé plus d'une fois de défigurer les noms propres, et même le sens des phrases. Heureusement, grâce au zèle et à l'activité d'un ancien employé de l'Institut, M. *Maindron*, auxquels nous sommes heureux de rendre un hommage tardif, nos archives ont été remises en bon ordre. Elles contiennent le plus souvent les minutes du secrétaire de l'Académie, d'après lesquelles ont été rédigés les procès-verbaux.

Il y avait là une précieuse ressource que l'on n'a eu garde de négliger. Elle a permis de procéder à une revision du texte du manuscrit et des épreuves d'imprimerie. Ce travail fort délicat a été exécuté, sous notre direction, par M. *Raveau*, chargé de la rédaction des *Comptes rendus* actuels, par M. l'Abbé *A. Verschaffel*, par son frère M. l'Abbé *C. Verschaffel*, et par M. *Germain de Saint-Pierre*. Je suis heureux de leur adresser à tous les bien vifs remercîments de l'Académie.

M. **Darboux**, au nom du *Comité international des Poids et Mesures*, dont il est membre, présente le Tome VI de la 2e série des *Procès-verbaux* de ce Comité, relatif à la Session tenue en mars et en avril de cette année.

Ce Volume rend compte, comme les précédents, des travaux du Bureau international et des actes de gestion du Comité pendant les deux années écoulées. Il est complété par des annexes dans lesquelles un plus grand développement a été donné à certaines des questions brièvement exposées dans les procès-verbaux.

On peut mentionner, parmi ces annexes, la Note de M. *J. René Benoît* et *Ch.-Ed. Guillaume*, résumant les expériences récentes sur les fils géodésiques en invar, desquelles il résulte que ces fils, s'ils n'ont pas subi d'accidents de manœuvre, conservent leur valeur d'une manière remarquable dans le cours du temps; une étude de M. *Guillaume* sur la flexion d'une règle géodésique et les variations apparentes de longueur qui en résultent; enfin, du même auteur, un exposé des récents progrès du Système métrique, en même temps que des indications pour l'élaboration d'une loi sur les Poids et Mesures. Ce document, déjà communiqué en manuscrit à plusieurs gouvernements, a servi de base à la récente revision des lois en Bulgarie et au Portugal.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Ionisation des gaz solaires. Relations entre le rayonnement et la rotation des corps célestes.* Note de M. H. DESLANDRES.

Les phénomènes principaux de la chromosphère solaire supérieure et des protubérances s'expliquent aisément et complètement, si l'on suppose le gaz solaire ionisé, avec la prédominance des ions d'un même signe, et de plus soumis à un champ magnétique faible analogue par ses directions générales au champ terrestre (voir les Notes précédentes du 29 mai et du 6 juin, même Tome, p. 1453 et 1541).

Le champ agit sur les ions solaires qui se meuvent, et courbe à chaque instant leur trajectoire sans changer la grandeur de la vitesse. Dans le cas simple du mouvement vertical, l'ion qui s'élève dans la protubérance et l'ion de signe contraire qui s'abaisse dans la couche supérieure, sont déviés horizontalement. En fait une partie de leur vitesse verticale a été transformée en vitesse horizontale, d'où l'augmentation constatée de la vitesse linéaire de rotation.

Ce cas particulier et plusieurs autres ont été examinés en détails dans les deux Notes précédentes; le mécanisme de l'action subie, relativement simple avec la couche supérieure, et la dépendance étroite entre le signe de la charge et le sens du champ, ont été exposés nettement. Il semble inutile d'y revenir. Par contre, l'ionisation du gaz solaire, le signe des charges électriques, la grandeur et le sens du champ dans les diverses couches ont été indiqués d'une façon très sommaire. Je suis conduit à étudier de plus près ces questions diverses qui, en réalité, sont assez complexes.

Les actions électromagnétiques reconnues dans la couche supérieure interviennent évidemment aussi dans les autres couches de l'astre qui, elles aussi, ont des charges électriques et un champ magnétique. Il y a seulement la complexité plus grande, due aux variations du champ magnétique et des charges électriques et à la pression croissante du gaz, qui diminue la vitesse des ions. Il convient de rechercher la part de ces actions spéciales dans toutes les variations positives ou négatives des vitesses horizontale et verticale, signalées déjà dans les diverses parties de l'astre. On peut affirmer dès à présent que toute théorie partielle ou générale des phénomènes solaires devra en tenir compte.

Depuis longtemps les auteurs ont admis une ionisation forte des gaz

solaires, due aux mouvements considérables de la surface et de son atmosphère. C'est ainsi que s'exprime Arrhénius dans son Mémoire de 1902 sur les liens de l'Aurore boréale avec le Soleil [1]. Puis l'auteur invoque la condensation plus rapide autour des ions négatifs, et la répulsion que la lumière exerce sur les ions dont les dimensions sont comprises entre certaines limites. Ces ions négatifs s'éloignent ainsi dans toutes les directions, laissant au Soleil une charge finale positive, qui est concentrée surtout dans les couches basses, voisines de la surface. Les couches au-dessus sont alors négatives; elles sont négatives aussi pour une autre raison, elles reçoivent les électrons négatifs de l'espace, attirés par la charge positive de l'astre. On est ainsi conduit à considérer une couche basse positive, une couche moyenne négative dont les ions s'élèvent, et une couche haute également négative, mais dont les ions au contraire descendent [2]. J'ai pensé aussitôt que ces trois couches pouvaient correspondre aux trois couches successives K_1, K_2, K_3 reconnues par l'étude spectrale de la raie K du calcium, la couche supérieure K_3 étant celle étudiée spécialement dans les deux Notes précédentes du 29 mai et du 6 juin. Et, en effet, dans cet ordre d'idées, on explique aisément la descente des ions de la couche K_3, et sa vitesse de rotation plus grande, le champ magnétique ayant un sens opposé à celui de la Terre, comme il est naturel, avec une couche basse positive et prédominante. On explique aussi bien le mouvement ascendant des vapeurs K_2, signalé déjà à diverses reprises, et la vitesse de rotation moindre de cette couche.

Une autre cause d'ionisation est la lumière solaire ultraviolette, qui fait naître sur le corps frappé par elle une émission d'électrons négatifs et laisse à ce corps une charge finale positive. J'ai déjà signalé à plusieurs reprises la valeur de cette cause ionisante en 1896 et aussi en 1902 et 1910 (*Comptes rendus*, t. 134, p. 1134, et t. 150, p. 71); elle produit un effet simple et net sur les corps extérieurs au Soleil, et c'est à elle qu'on attribue l'ionisation des couches supérieures de notre atmosphère. Elle charge positivement les corpuscules qui circulent autour du Soleil avec une grande vitesse dans le sens direct et aussi les corpuscules nombreux qui tombent sur lui, et dont

---

(1) *Revue générale des Sciences*, t. XIII, p. 69.

(2) Le champ magnétique est faible aux limites de la chromosphère, comme on l'a vu dans la Note du 29 mai; il doit être plus intense dans l'intervalle de deux couches électrisées en sens contraire, parce qu'alors les effets des deux couches s'ajoutent.

la masse totale est évaluée par Arrhénius, pour une année, à 300 milliards de tonnes.

Les premiers corpuscules donnent un champ magnétique qui, aux limites extérieures de la chromosphère, a le même sens que le champ terrestre (voir la Note du 29 mai, p. 1437). Ce champ spécial doit être important surtout dans les nébuleuses avec un noyau stellaire, qui, comme on l'a constaté déjà, est parfois très riche en rayons ultraviolets. Les seconds corpuscules, ceux qui tombent, doivent ioniser la couche supérieure de l'atmosphère solaire et communiquer aux ions formés un mouvement de descente et une charge positive. Je les ai déjà invoqués dans la Note du 29 mai, p. 1438, pour concilier la descente des vapeurs K_3 avec la charge générale positive et un champ de même sens que le champ terrestre. La lumière ultraviolette agirait ainsi à l'encontre des électrons négatifs d'Arrhénius pour donner à la couche supérieure une charge positive.

A l'action de la lumière ultraviolette on peut aussi rattacher celle des corps radioctifs, dont plusieurs auteurs ont admis la présence dans la photosphère, et qui expliquent l'abondance du gaz hélium dans l'atmosphère. Leur action ionisante est simple; elle tend à donner dans la chromosphère une couche basse positive et une couche haute négative.

Enfin, il faut signaler une troisième cause ionisante qui, même, paraît plus importante que les deux autres : c'est l'émission d'électrons négatifs par les corps portés à une haute température, et signalée en 1903 par J.-J. Thomson comme susceptible de jouer un grand rôle dans le Soleil (¹). D'après Richardson, cette émission augmente très rapidement avec la température; même l'énergie ainsi extériorisée croît alors plus vite que l'énergie du rayonnement calorifique ordinaire, soumis à la loi de Stefan. Elle est déjà très notable à la température de 1600° atteinte dans le laboratoire, et l'on conçoit qu'elle puisse être extrêmement forte à la température voisine de 6000° admise pour le Soleil. Elle est d'ailleurs plus intense dans le vide et lorsque le corps chaud a une charge négative. En outre, J.-J. Thomson admet que cette propriété est générale pour tous les corps et tous les états de la matière (²).

(¹) *Conduction of electricity through gases*, p. 165.

(²) Les corps métalliques échauffés émettent d'abord des ions positifs, qui sont les atomes mêmes du métal, et ensuite, lorsque la température s'élève, des électrons négatifs beaucoup plus nombreux. Il est possible que, aux températures très hautes,

Dans ces conditions, il est difficile de préciser exactement les effets de cette cause spéciale dans le Soleil. Dans les couches basses où la pression est relativement grande, les électrons émis sont rapidement arrêtés et les ions des deux signes qui sont formés doivent en grande partie se recombiner. On peut cependant admettre deux couches principales d'émission : la surface, à cause de sa continuité et son très grand éclat, et la couche supérieure de l'atmosphère, à cause de la pression plus basse. Dans cette dernière couche, les particules et molécules émettent des électrons négatifs vers l'extérieur et, d'autre part, descendent avec une vitesse qui peut être grande en gardant une charge positive. On a ainsi des ions positifs descendants, analogues à ceux déjà considérés avec la lumière ultraviolette, et, à partir de la surface, on compte successivement des couches positive, négative et positive.

Les causes d'ionisation énumérées ci-dessus conduisent ainsi à des répartitions assez différentes des charges électriques; et comme elles doivent agir en même temps, la question apparaît vraiment complexe. Certes une discussion très serrée, trop longue pour être ici reproduite, peut donner la distribution la plus probable. Mais dans l'étude antérieure de la couche supérieure seule, étude relativement beaucoup plus simple, j'ai laissé de côté ces points difficiles, et j'ai présenté seulement les relations nécessaires, déduites de l'observation, entre les signes de ces charges et le sens du champ magnétique, relations qui subsistent dans tous les cas.

D'autre part, dans toutes ces études, il est souvent question du mouvement des couches et cependant j'ai considéré seulement le mouvement des ions qui, comme on sait, ne forment qu'une partie minime de la couche gazeuse totale, soit au plus la dix-millionième partie. La difficulté s'éclaircit, si l'on remarque que la luminosité d'un gaz est attribuée en général à ses

---

l'émission des ions positifs continue encore; au point de vue solaire, il serait très utile d'éclaircir ce point dans le laboratoire.

La charge électrique du corps émetteur et la pression ambiante influent beaucoup sur l'émission qui varie dans de larges limites. On peut rattacher à des variations de cette nature les grandes perturbations et les grands orages électriques de l'atmosphère solaire.

Enfin cette émission peut expliquer l'éclat plus grand des vapeurs K_2 et K_3 au-dessus des facules, qui sont, comme on le sait, des parties hautes de la surface. L'élévation fait que l'émission y est plus abondante et atteint plus facilement les couches supérieures. La descente des vapeurs K_3 est aussi plus rapide; ce qui peut donner lieu à un courant de convection.

ions seuls, et si l'on se reporte aux belles expériences de Perot sur l'arc au mercure, confirmées par celles non moins intéressantes de Dufour. D'ailleurs Perot donne, dans le même numéro des *Comptes rendus*, son opinion personnelle et ses résultats sur ce point particulier.

Si l'on considère spécialement la couche supérieure, le mouvement de descente annoncé souvent ne peut s'appliquer évidemment à la masse entière, mais seulement aux ions de la couche, qui sont en même temps ses points les plus lumineux. Par contre, la rotation plus rapide de ces ions doit vraisemblablement être communiquée peu à peu à la masse entière; car les molécules ionisées ne sont pas toujours les mêmes, elles changent continuellement, et finalement la masse entière doit être réellement entraînée.

Toute cette discussion fait bien ressortir la grande importance des actions électriques dans le Soleil. Dans les deux dernières années, j'ai étudié surtout les actions aérodynamiques, c'est-à-dire les courants de convection de l'atmosphère, et j'ai écrit que ces actions aérodynamiques devaient être les principales, les autres actions étant seulement secondaires; mais les résultats actuels me conduisent à changer cette première opinion. Il faut, sans abandonner les actions aérodynamiques, donner la première place aux actions électromagnétiques et électrostatiques.

En particulier, j'ai été très frappé par l'action si nette du champ magnétique sur la couche supérieure K_3 et les protubérances. Le champ a pour effet de transformer en vitesse horizontale une partie de la vitesse verticale et d'augmenter ainsi la vitesse de rotation. L'énergie des mouvements verticaux, qui est en réalité une énergie d'émission lumineuse et corpusculaire, est transformée en énergie de rotation. J'ai pensé que cette propriété pouvait être plus générale, et fournir une explication simple de la rotation des corps célestes. Cette idée a été déjà présentée dans la Note du 29 mai, p. 1437.

La rotation actuelle si particulière du Soleil et de ses diverses couches dépend évidemment de tous ses états antérieurs, qu'il est impossible de reconstituer exactement. On ne peut donc examiner directement la valeur de l'idée présentée ci-dessus; j'ai dû supposer des conditions beaucoup plus simples. J'ai considéré un corps céleste porté à une haute température comme le Soleil, mais sans rotation; l'astre émet un rayonnement lumineux et corpusculaire intense, et d'autre part subit l'action d'un champ magnétique. Quel sera l'effet produit?

Les mouvements verticaux des couches, et en particulier de la couche

supérieure, ne sont pas liés à la rotation, semble-t-il, et devront subsister; cette couche et une partie au moins des couches au-dessous prennent alors un mouvement de rotation qui, sous certaines conditions, peut continuer dans le même sens, et se communiquer peu à peu à la masse entière. Une partie des couches peut, il est vrai, être entraînée en sens contraire; mais l'énergie de cette rotation inverse n'est pas nécessairement égale à l'énergie de l'autre; et, d'ailleurs, la rotation inverse peut enrayer ou limiter l'accélération du mouvement.

La nature du champ primitif doit aussi intervenir; un champ constant en grandeur et direction impose une rotation autour d'un axe parallèle à sa direction; et chaque couche tourne comme un corps solide (¹). Si le champ est dû à un anneau plat, comme celui de Saturne, dont les particules chargées positivement tournent dans le même sens, il est tout semblable au champ classique du courant circulaire. La rotation a lieu autour d'un axe perpendiculaire au plan de l'anneau; et comme la force magnétique, de l'équateur aux pôles, diminue plus rapidement que dans le cas précédent, les divers parallèles ont une vitesse angulaire de rotation qui décroît de l'équateur aux pôles et est analogue à celle que nous présente le Soleil. Les conditions sont d'ailleurs celles de la nébuleuse primitive de Laplace, déjà en partie condensée.

Le mécanisme considéré peut donc expliquer la rotation entière de l'astre et ses particularités. De toute façon, il peut modifier les rotations existantes, et en particulier celle de la couche supérieure, la variation étant liée aux protubérances et à la période solaire.

Finalement, la discussion précédente peut être présentée comme l'ébauche d'une théorie corpusculaire du Soleil. L'intervention des ions et électrons, déjà si féconde dans le laboratoire, devra donner la clef de nombreux phénomènes solaires et même stellaires.

M. **Bigourdan** communique les récents résultats obtenus à Poulkovo par M. *A. Belopolsky*, sur la durée de rotation de la planète Vénus sur elle-même, au moyen du déplacement des raies du spectre.

(¹) En effet, si H est l'intensité du champ constant, à la latitude λ, la force magnétique utile est $H \cos\lambda$ et est proportionnelle à la vitesse linéaire de la sphère tournante. De plus, le champ de cette sphère tournante, ionisée uniformément, est celui d'un aimant infiniment court, et la composante utile de la force est aussi proportionnelle à $\cos\lambda$.

Déjà en 1900, M. Belopolsky avait trouvé ainsi que cette durée de rotation est courte, peu éloignée de 1 jour. Cette conclusion étant en contradiction avec celle à laquelle parvint M. Slipher en 1903, la question demeura en suspens.

M. Belopolsky a continué les recherches sur le même sujet, et ses résultats de 1903, 1908 et 1911 ont confirmé ceux qu'il avait obtenus d'abord. Il a d'ailleurs vérifié son instrument au moyen de Mars, dont la durée de rotation est bien connue, et il a trouvé, pour sa vitesse équatoriale, $0^{km},354$ par seconde au lieu de $0^{km},254$. La valeur trouvée pour Vénus : $0^{km},38$, répond à une durée de rotation de $1^{j},44$.

OPTIQUE. — *Calcul de l'absorption dans les cristaux translucides, pour un pinceau de lumière parallèle.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Quand un pinceau de lumière parallèle, un *rayon lumineux*, latéralement assez large pour ne pas offrir de diffraction sensible, pénètre dans un cristal par réfraction à sa face d'entrée, les déplacements ξ, η, ζ présentent *à une première approximation*, lors de vibrations pendulaires, les caractères exprimés par la solution (17) de ma précédente Note [1]. Mais les deux paramètres i et j, au lieu d'y être absolument constants, du moins tous les deux, y sont, i principalement, des fonctions de x, y, z *très graduellement variables*, qui passent de leurs valeurs en (x, y, z) à d'autres notablement différentes, *le long de parcours contenant un très grand nombre de longueurs d'onde;* et, en particulier, le coefficient e^i d'amplitude s'annule hors de régions limitées des plans d'onde $lx + my + nz =$ const.

Il y a donc lieu de voir comment se modifie la solution symbolique (8) de la même Note lorsqu'on rend lentement variable avec x, y, z le coefficient analogue, dit *d'amplitude*, I, ou que I acquiert de petites dérivées $\frac{dI}{d(x, y, z)}$, de manière, en particulier, à recevoir des valeurs *arbitraires*, bien continues, sur la face d'entrée du cristal.

II. Par le fait même, les coefficients, L'I, M'I, N'I, de l'exponentielle imaginaire dans (8), où il est entendu que L', M', N' garderont leurs expressions *constantes* (15), ne pourront plus suffire; car elles n'ont permis

(1) *Voir* le dernier numéro des *Comptes rendus*, t. **152**, 26 juin 1911, p. 1808.

de satisfaire aux équations (2) du mouvement que dans l'hypothèse de I constant. Et il faudra leur ajouter trois petites fonctions *correctives* ε, ε_1, ε_2, de x, y, z, de l'ordre des dérivées partielles de I dont l'annulation partout entraînerait la leur. Mais nous supposerons que le coefficient I convienne, ou soit choisi précisément, pour ce qu'on peut appeler la *projection totale du déplacement imaginaire sur la direction symbolique invariable* (L', M', N'), c'est-à-dire soit tel qu'on ait

$$(a) \qquad L'\xi + M'\eta + N'\zeta = (L'^2 + M'^2 + N'^2) I\, e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}.$$

Les nouvelles expressions de ξ, η, ζ s'écriront donc

$$(a') \qquad (\xi, \eta, \zeta) = (L'I + \varepsilon,\ M'I + \varepsilon_1,\ N'I + \varepsilon_2)\, e^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}},$$

formules qui, substituées dans (a), donneront identiquement, entre les trois petites fonctions correctives ε, ε_1, ε_2, la relation linéaire

$$(a'') \qquad L'\varepsilon + M'\varepsilon_1 + N'\varepsilon_2 = 0.$$

Deux d'entre elles, seules, seront donc encore disponibles. Il reste évidemment à déterminer ces deux petites fonctions de x, y, z, et I, qui n'est arbitraire que sur la face d'entrée, de manière à faire vérifier *formellement* par les expressions (a') de ξ, η, ζ les *trois* équations (1) du mouvement, où A, B, C, définies par (3), remplaceront a, b, c.

III. Notons, à cet effet, non seulement que les dérivées partielles de I seront petites, mais que, de plus, elles varieront très graduellement, chacune d'elles n'éprouvant des changements comparables à sa valeur que le long de parcours d'un grand nombre de longueurs d'onde. Par suite, ces dérivées premières de I auront leurs propres dérivées beaucoup plus petites, en quelque sorte, qu'elles ne sont elles-mêmes; et, au degré d'approximation où l'on est tenu de les introduire, elles, dans les calculs, *on pourra les regarder comme constantes*. De même, les quotients, par I, de ces dérivées premières, pourront être supposés constants; car les variations du dénominateur I n'introduiraient, dans les dérivées des quotients, que des produits, négligeables, du numérateur déjà très faible par des dérivées de I. Donc aussi les fonctions correctives ε, ε_1, ε_2, qui sont de l'ordre des dérivées premières de I, se comporteront comme des constantes.

Dans ces conditions, les petits termes de ξ, η, ζ, produits de ε, ε_1, ε_2 par l'exponentielle, portés dans les équations (1) du mouvement (ramenées encore à avoir zéro à leurs seconds membres), donneront des expressions

comme celles qu'on obtenait en $L'I$, $M'I$, $N'I$ quand I était constant, savoir, d'après les résultats (5) de la Note précédente multipliés par I,

$$(b) \qquad \varphi\varepsilon + \chi\varepsilon_1 + \psi\varepsilon_2, \qquad \varphi_1\varepsilon + \chi_1\varepsilon_1 + \psi_1\varepsilon_2, \qquad \varphi_2\varepsilon + \chi_2\varepsilon_1 + \psi_2\varepsilon_2.$$

Voyons maintenant ce qu'ajouteront à ces expressions les parties principales de ξ, η, ζ, c'est-à-dire le produit $Ie^{k(t-Lx-My-Nz)\sqrt{-1}}$, multiplié respectivement par L', M', N'. Une dérivation de ce produit en x, par exemple, donne comme dérivée ce produit lui-même, multiplié par le binome

$$-kL\sqrt{-1} + \frac{1}{I}\frac{dI}{dx} = -k\sqrt{-1}\left(L + \frac{1}{kI}\frac{dI}{dx}\sqrt{-1}\right);$$

et le résultat est ce qu'on aurait eu pour I constant, mais à cela près que le facteur constant L ainsi introduit se trouve accru de la très petite quantité, *censée constante aussi*, $\frac{1}{kI}\frac{dI}{dx}\sqrt{-1}$. Un tel facteur subsistera donc, sans produire aucune complication nouvelle, dans les différentiations ultérieures à effectuer sur la fonction d'où l'on est parti. Les différentiations en y et en z introduisant des facteurs analogues, les parties principales de ξ, η, ζ donneront, après suppression des mêmes facteurs communs que dans (b), des expressions comme les premiers membres de (5) multipliés par I, mais où les variables L, M, N des neuf polynomes φ, χ, ψ, φ_1, ..., auraient subi les très petits accroissements respectifs

$$(b') \qquad \partial(L, M, N) = \frac{1}{kI}\frac{dI}{d(x, y, z)}\sqrt{-1}.$$

IV. Appelons $\varphi + \partial\varphi$, $\chi + \partial\chi$, ... ce que deviennent alors ces neuf fonctions, avec leurs petites variations symboliques, évidemment calculables à la manière de différentielles totales; et, ajoutant enfin aux premiers membres de (5) ainsi modifiés les expressions (b) ci-dessus, il viendra, par exemple, comme première équation du mouvement,

$$(L'I + \varepsilon)\varphi + (M'I + \varepsilon_1)\chi + (N'I + \varepsilon_2)\psi + I(L'\partial\varphi + M'\partial\chi + N'\partial\psi) = 0.$$

On peut y supprimer les termes principaux en $I\varphi$, $I\chi$, $I\psi$, dont la somme a déjà été annulée par les choix faits de L, M, N, L', M', N'. De plus, dans les termes restants, φ, χ, ψ, multipliant les très petits facteurs ε, ε_1, ε_2, peuvent être réduits à leurs valeurs en l, m, n du cas de transparence, et L', M', N', multipliant $\partial\varphi$, $\partial\chi$, $\partial\psi$, être réduits de même à l', m', n'. Enfin, dans $\partial\varphi$, $\partial\chi$, $\partial\psi$, les dérivées partielles de φ, χ, ψ en L, M, N, qui multiplient, à raison de (b'), les petites dérivées de I en x, y, z, seront de même réductibles à leurs valeurs approchées en l, m, n.

Cette première équation du mouvement et les deux autres, analogues, deviennent donc, en définitive,

$$(b'') \qquad \begin{cases} \varphi\varepsilon + \chi\varepsilon_1 + \psi\varepsilon_2 + \mathrm{I}(l'\,\partial\varphi + m'\,\partial\chi + n'\,\partial\psi) = 0, \\ \varphi_1\varepsilon + \ldots = 0, \qquad \varphi_2\varepsilon + \ldots = 0, \end{cases}$$

où les différentielles totales $\partial\varphi$, $\partial\chi$, ... à prendre seront celles des fonctions (6) de la Note précédente, pour les très faibles accroissements (b') de l, m, n.

V. Multiplions respectivement ces trois équations (b'') par l', m', n' et ajoutons. Il est clair, d'après ce qu'on a vu, que ε, ε_1, ε_2 se trouveront éliminés. Il viendra donc, en $\partial\varphi$, $\partial\chi$, $\partial\psi$, ..., une équation toute pareille à (12) de la Note précédente, mais avec $\partial(\mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}) = 0$, et qui, vu ici les valeurs de $\partial(l, m, n)$, sera l'équation aux dérivées partielles de I,

$$(c) \qquad (s'l - \sigma l')\frac{d\mathrm{I}}{dx} + (s'm - \sigma m')\frac{d\mathrm{I}}{dy} + (s'n - \sigma n')\frac{d\mathrm{I}}{dz} = 0.$$

Les trois coefficients y sont proportionnels aux cosinus directeurs des rayons lumineux correspondant aux ondes planes proposées, dans le corps censé transparent. Et si nous cheminons, dans le milieu translucide, le long d'éléments $(\partial x, \partial y, \partial z)$ de ces rayons, l'équation (c) deviendra simplement $\partial\mathrm{I} = 0$.

Ainsi, *les équations du mouvement n'astreignent le coefficient* I *d'amplitude qu'à rester invariable le long de chaque rayon lumineux du milieu censé transparent.* Comme l'expression de I est $\frac{1}{2}\,e^{i+j\sqrt{-1}}$, tant le coefficient e^i d'amplitude que le changement j de phase conserveront, tout le long de chaque rayon émané de la face d'entrée suivant une direction constante, les valeurs fournies, à cette face d'entrée, par les conditions définies relatives à la surface séparative de deux milieux sensiblement transparents, valeurs qui seront, d'une part, constante pour le changement j de phase (si la surface est homogène), d'autre part, proportionnelle, pour le coefficient e^i d'amplitude, à l'amplitude même des vibrations incidentes, donnée pour chaque région de la face d'entrée.

VI. La fonction I se trouvant ainsi déterminée, dans tout le milieu translucide, par l'équation (c) qui exprime la compatibilité des quatre équations linéaires (a''), (b'') en ε, ε_1, ε_2, ces équations feront évidemment connaître pour ε, ε_1, ε_2, en fonction de x, y, z, des expressions de l'ordre

de $I\,\partial\varphi$, $I\,\partial\chi$, ... ou des petites dérivées $\frac{dI}{d(x,y,z)}$; et toutes les équations du problème seront vérifiées.

Les petites fonctions ε, ε_1, ε_2, une fois connues, ajouteront au module et à l'argument des coefficients principaux L'I, M'I, N'I de l'exponentielle, dans les formules (a') de ξ, η, ζ, ou, plus simplement, à leurs quotients L', M', N' par I, de minimes corrections, revenant à remplacer, dans (15), les modules l', m', n', si ε', ε'_1, ε'_2 désignent certaines petites fonctions de x, y, z, par $l'e^{\varepsilon'}$, $m'e^{\varepsilon'_1}$, $n'e^{\varepsilon'_2}$, et à accroître les arguments l'', m'', n'', très faibles déjà, de parties également insensibles, mais fonctions de x, y, z et qui les porteront à de nouvelles valeurs l''_1, m''_1, n''_1.

Enfin, I étant toujours $\frac{1}{2}e^{i+j\sqrt{-1}}$, la solution symbolique (a') s'écrira, au lieu de (16),

$$(\xi, \eta, \zeta) = (l'e^{\varepsilon'}, m'e^{\varepsilon'_1}, n'e^{\varepsilon'_2})\frac{e^i}{2}e^{-kh(\lambda x+\mu y+\nu z)}e^{[k(t-lx-my-nz)+j+(l''_1, m''_1, n''_1)]\sqrt{-1}}.$$

Et, par sa superposition avec sa conjuguée, elle donnera, au lieu de (17), la solution réelle

$$(c') \qquad (\xi, \eta, \zeta) = (l'e^{\varepsilon'}, m'e^{\varepsilon'_1}, n'e^{\varepsilon'_2})\,e^i\,e^{-kh(\lambda x+\mu y+\nu z)} \times \cos[k(t-lx-my-nz)+j+(l''_1, m''_1, n''_1)].$$

Pratiquement, les petites quantités ε', ε'_1, ε'_2, l''_1, m''_1, n''_1 seront insensibles ou réductibles à zéro. Donc, *les déplacements vibratoires ξ, η, ζ auront précisément, en chaque point (x, y, z) du milieu translucide, leurs valeurs au même point dans le milieu censé transparent, multipliées par l'exponentielle commune $e^{-kh(\lambda x+\mu y+\nu z)}$* ou e^{-fu}.

Il n'y a de différence d'avec le cas d'ondes latéralement indéfinies que dans *le coefficient e^i d'amplitude, ici variable arbitrairement,* quoique d'une manière très graduelle, *d'un rayon lumineux aux rayons parallèles voisins.*

VII. Le coefficient d'absorption du cristal sur le trajet des rayons est donc encore, pour l'amplitude des vibrations, d'après la formule (18) de ma dernière Note,

$$(c'') \qquad f = r(\mathrm{a}'l'^2 + \mathrm{b}'m'^2 + \mathrm{c}'n'^2).$$

Construisons la moyenne proportionnelle $\sqrt{\frac{r}{f}}$ entre une droite égale à son inverse $\frac{1}{f}$ et la vitesse connue r, toujours peu variable avec (l', m', n'),

du rayon lumineux dans le milieu censé transparent. Enfin, portons, à partir de l'origine, cette moyenne proportionnelle suivant la direction donnée (l', m', n') des vibrations. Le lieu de son extrémité (x, y, z) sera l'ellipsoïde $a'x^2 + b'y^2 + c'z^2 = 1$, ainsi propre à représenter sensiblement et proportionnellement, par l'inverse du carré de ses diamètres, le coefficient d'absorption du cristal, pour le rayon ayant ses vibrations orientées suivant ces diamètres. Ce sera l'*ellipsoïde d'absorption*, admis par l'ensemble des minéralogistes.

Pratiquement, le coefficient d'absorption ou d'extinction à considérer sera, non pas précisément f, mais le double de f, dont l'expression est $r(2a'l'^2 + 2b'm'^2 + 2c'n'^2)$ et contient intégralement les trois coefficients principaux des résistances proportionnelles aux vitesses, tels qu'ils figurent dans les équations (2) du mouvement. En effet, dans les additions ou superpositions d'ondes diverses constituant un éclairement total, ce qui s'ajoute *arithmétiquement*, en chaque endroit, pour y mesurer l'*intensité lumineuse*, c'est, au moins en moyenne, la demi-force vive, due aux ondes partielles ou aux mouvements de divers sens, et non les quantités de mouvement ou les amplitudes. Or la demi-force vive est, dans chaque onde, proportionnelle au carré de l'amplitude; et, de plus, ses trois fractions correspondant, pour une vitesse effective V, aux composantes $l'V$, $m'V$, $n'V$ du mouvement suivant les trois axes, s'expriment précisément par les trois carrés l'^2, m'^2, n'^2, dont la somme donne l'unité. L'exponentielle décroissante à considérer est donc essentiellement le carré, e^{-2fu}, de e^{-fu}; et c'est bien $2f$ qui y figure comme coefficient de la distance u parcourue.

La formule (c'') doublée pourra donc s'énoncer en disant que le *coefficient* $2f$ *d'absorption est le produit de la vitesse r de propagation du rayon*, *par une moyenne entre les trois coefficients principaux* $2a'$, $2b'$, $2c'$ *de résistance, où chacun d'eux figure pour la fraction de l'éclairement due à la composante du mouvement vibratoire suivant l'axe correspondant* [1].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques cétones du type de la benzyldiméthylacétophénone. Acides trialcoylacétiques et alcools trialcoyléthyliques auxquels ils donnent naissance.* Note de MM. **A. Haller** et **Édouard Bauer.**

Dans le but de généraliser la réaction qui nous a permis d'obtenir de la

(1) On trouvera d'intéressantes conséquences de cette formule (c'') dans un Mémoire intitulé *Contribution à l'optique cristalline*, qui va paraître au *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (1911, troisième fascicule).

benzyldiméthylacétophénone ([1]) au moyen de l'isopropylphénylcétone, nous avons fait réagir, sur cette même cétone sodée, les bromures de xylyle ortho, méta et para, ainsi que l'éther chlorhydrique de l'alcool anisique.

Les opérations ont été effectuées dans les mêmes conditions que celles qui ont conduit à la préparation de la benzyldiméthylacétophénone.

On a chauffé une molécule d'isopropylphénylcétone, dissoute dans l'éther, avec une molécule d'amidure de sodium; après disparition de ce dernier, on a introduit peu à peu, dans le mélange, le bromure, et l'on a maintenu le liquide à l'ébullition pendant environ 2 heures. Le tout a ensuite été versé dans de l'eau, décanté et, après avoir chassé l'éther, on a soumis le résidu huileux à un fractionnement dans le vide.

Quand les opérations ont été menées régulièrement, on obtient, en cétone cherchée, environ 80 à 90 pour 100 du rendement théorique, le reste étant constitué par de l'isopropylphénylcétone régénérée.

Rappelons que la réaction peut se traduire par l'équation :

$$CH^3C^6H^4CH^2Br + C^6H^5COC{\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}}Na$$
$$= BrNa + CH^3C^6H^4CH^2C{\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}}COC^6H^5 + NaBr.$$

o-xylyldiméthylacétophénone : $C^6H^4{\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ \diagdown CH^2\end{matrix}}C{\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ -COC^6H^5 \\ \diagdown CH^3\end{matrix}}$. — Le bromure d'*o*-xylyle a été obtenu en traitant par une quantité insuffisante de brome ($\frac{2}{3}$ de mol.) les vapeurs d'*o*-xylène (1^{mol}). Il ne se forme, dans ces conditions, que très peu de bibromure et, après deux rectifications, on isole du bromure de xylyle pur, bouillant à 108° sous 16^{mm}.

Effectuée comme il a été dit plus haut, la condensation a donné, avec un rendement de 88 à 90 pour 100, un liquide huileux, incristallisable et distillant à 199°-200° sous une pression de 15^{mm}. L'analyse a montré que le corps obtenu était bien l'*o*-xylyldiméthylacétophénone.

m-xylyldiméthylacétophénone. — Le bromure de métaxylyle nécessaire à la préparation a été obtenu dans les mêmes conditions que son isomère et constitue un liquide à odeur piquante distillant à 105° sous 13^{mm}.

Condensé avec l'isopropylphénylcétone sodée, il a fourni, avec un rende-

([1]) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 148, p. 70; t. 149, p. 5.

ment de 75 pour 100, une huile distillant à 196°-197° sous 12mm, et qui avait la composition de la *m*-xylyldiméthylacétophénone cherchée.

p-xylyldiméthylacétophétone. — Le bromure de paraxylyle qui nous a servi a été préparé comme ses isomères. Il se présente sous la forme d'un liquide distillant à 100° sous 10mm et se prenant, par le refroidissement, en une masse cristalline qui fond à 35°.

Sa condensation avec l'isopropylphénylcétone sodée, au sein de l'éther anhydre, nous a donné, avec un rendement de 80 pour 100, la cétone cherchée. Celle-ci constitue un liquide épais distillant à 200°-202° sous 13mm.

p-méthoxybenzyldiméthylacétophénone

$$CH^3O.C^6H^4.CH^2.C\begin{matrix}\diagup CH^3 \\ -CO\,C^6H^5. \\ \diagdown CH^3\end{matrix}$$

Pour réaliser la synthèse de cette cétone, nous nous sommes adressés à l'éther chlorhydrique de l'alcool anisique que nous avons préparé par deux procédés différents.

Le premier consiste à saturer d'acide chlorhydrique sec une solution éthérée d'alcool anisique, maintenue constamment dans la glace. Après avoir lavé la solution avec de l'eau, on la dessèche soigneusement, on chasse l'éther et l'on rectifie le résidu dans un vide de 12mm à 13mm, en ayant bien soin d'éviter toute humidité.

On peut aussi préparer ce chlorure au moyen du chlorure de thionyle, en prenant la précaution d'éliminer les dernières traces de $SOCl^2$, d'acides chlorhydrique et sulfureux, en chauffant à 60° dans un vide partiel.

Ce chlorure peut servir tel quel et sa condensation avec l'isopropylphénylcétone sodée s'effectue normalement.

Les rendements ne sont toutefois pas aussi bons qu'avec les bromures de xylyle; ils n'ont en effet atteint que 60 pour 100.

La *p*-méthoxybenzyldiméthylacétophénone se présente, après plusieurs rectifications, sous la forme d'une huile épaisse, incristallisable et distillant à 222°-224° sous 15mm.

Dédoublement des cétones décrites par l'amidure de sodium. — Effectuée à chaud et au sein du benzène sec, la scission des cétones, au moyen de l'amidure du sodium employé en quantité théorique, a donné des résultats analogues à ceux que nous avons obtenus avec la benzyldiméthylacétophénone. La durée de la réaction varie de 4 à 5 heures.

Quand elle est terminée on décompose le produit encore chaud en y ajoutant de l'eau goutte à goutte. On décante, on lave la solution benzénique avec de l'eau, on sèche et on élimine la benzine. Le résidu est constitué par de l'amide qu'on peut distiller dans le vide.

La liqueur alcaline, quand elle est trop concentrée, peut également retenir de l'amide. Il suffit alors de l'étendre d'eau et d'agiter avec de l'éther.

Il arrive enfin qu'elle renferme un peu d'acide provenant de la saponification de l'amide. L'addition d'acide sulfurique étendu permet de séparer et de recueillir les petites quantités de ce composé.

o-xylyldiméthylacétamide

$$C^6H^4\begin{cases}CH^3\\CH^2\end{cases}\!\!\diagup C\begin{cases}CH^3\\—CONH^2.\\CH^3\end{cases}$$

En distillant le résidu laissé par la benzine on obtient un liquide visqueux passant de 188° à 192° et qui ne tarde pas à cristalliser.

Le produit est soluble dans l'éther et insoluble dans l'éther de pétrole. Il constitue des paillettes blanches, nacrées et fond à 62°-63°.

m-xylyldiméthylacétamide. — Cristallisé au sein d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, cette amide se présente sous la forme de fines aiguilles fondant à 46°-47°, solubles dans l'éther, l'alcool, le benzène, mais insolubles dans l'éther de pétrole.

p-xylyldiméthylacétamide. — Fines aiguilles fondant à 85°-86°, et se comportant vis-à-vis des dissolvants usuels comme son isomère méta.

p-méthoxybenzyldiméthylacétamide

$$CH^3O.C^6H^4—CH^2.C\begin{cases}CH^3\\—CONH^2.\\CH^3\end{cases}$$

Comme les autres cétones, la *p*-méthoxybenzyldiméthylacétophénone est scindée par l'amidure en milieu benzénique. Quand la réaction est terminée, on élimine le carbure et l'on distille le résidu dans le vide. On recueille un liquide qui passe sensiblement à la même température (218°-225° sous 15^{mm}) que la cétone primitive. Mais, alors que cette dernière est soluble dans l'éther de pétrole, l'amide est presque insoluble dans ce solvant. Après séparation de la cétone non entrée en réaction, l'amide ne tarde pas à se prendre en masse. Quand on la fait cristalliser dans l'éther, on obtient des aiguilles qui fondent d'abord à 72°, se resolidifient ensuite, pour refondre à 99°-100°. Ceux-ci, dissous dans l'éther, fournissent de nouveau, par évaporation du dissolvant, les prismes fondant à 72°. Il est donc probable que ces derniers renferment de l'éther

de cristallisation. Ajoutons qu'abandonnés pendant quelques jours sous une cloche à vide, en présence de l'acide sulfurique, ils semblent perdre de l'éther et fondent à 99°-100°.

Acides xylyltriméthylacétiques et p-méthoxybenzyldiméthylacétique. — Ces acides ont été préparés par la méthode de Bouveault.

On dissout l'acide dans l'acide *chlorhydrique* concentré et dans cette solution, maintenue à 0°, on introduit goutte à goutte une liqueur saturée d'azotite de soude. Après addition de la quantité théorique d'azotite on porte le mélange à 50° et l'on constate un dégagement régulier d'azote. Quand le dégagement de gaz a cessé on étend d'eau et on agite avec de l'éther. La solution éthérée est épuisée avec du carbonate de soude qui dissout l'acide, lequel est de nouveau mis en liberté au moyen de l'acide sulfurique. On l'enlève au moyen de l'éther, on chasse le dissolvant et on distille le résidu sous pression réduite. On obtient finalement l'acide sous la forme d'une huile qui en général ne tarde pas à cristalliser.

L'*acide o-xylyldiméthylacétique* $CH^3.C^6H^4.CH^2.C\begin{cases}CH^3\\CO^2H\\CH^3\end{cases}$ distille à 180°-181° sous 16^{mm} et se prend, au bout de quelque temps, en masse cristalline fondant à 48°.

L'*acide m-xylyldiméthylacétique* passe à 178° sous 16^{mm} et n'a pas encore cristallisé.

L'*acide p-xylyldiméthylacétique* distille à 180° sous 16^{mm} et se prend assez rapidement en une masse cristalline dont le point de fusion est situé à 53°-54°. Le mélange de cet acide avec son isomère ortho se liquéfie instantanément à la température ordinaire.

L'*acide p-méthoxybenzyldiméthylacétique* cristallise au sein d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole en petits cristaux fondant à 52°-53°.

Alcools xylyl et méthoxybenzyldiméthyléthyliques. — Ces alcools ont été préparés en réduisant directement les amides des acides correspondants au moyen de l'alcool absolu et du sodium [1].

On opère de la façon suivante :

Dans un ballon suffisamment spacieux et muni d'un réfrigérant ascendant, on dispose du sodium bien décapé, représentant environ trois fois la quantité théorique nécessaire pour la réduction et l'on y fait couler rapidement l'amide dissoute dans un poids d'alcool absolu équivalant cinq fois celui du sodium employé.

La réaction, très vive au début, ne tarde pas à se calmer. Vers la fin de l'opération,

(1) Des réductions d'amides ont déjà été effectuées par MM. J. Guareschi, Fischer, Hutchinson, Marx, R. Scheuble, R. Scheuble et Lœbl.

il convient même de chauffer le mélange au bain d'huile, pour amener la dissolution de la totalité du sodium. Quand le métal a complètement disparu, on ajoute au contenu du ballon un à deux fois son volume d'eau et l'on chasse la majeure partie de l'alcool par un courant de vapeur d'eau.

On épuise alors la solution au moyen de l'éther, on décante et on lave à plusieurs reprises la liqueur éthérée avec de l'acide sulfurique étendu, afin d'enlever les faibles quantités d'amine produites au cours de la réduction.

On chasse l'éther et l'on distille le résidu dans le vide.

Les premières gouttes ont une odeur particulière et renferment probablement un peu de nitrile provenant de la déshydratation de l'amide.

Quand l'opération est bien conduite, on ne retrouve pas d'amide inaltérée et les eaux alcalines ne renferment que des traces d'acide.

Les rendements en alcool sont environ de 80 pour 100 et, à côté de l'alcool, on isole de 5 à 7 pour 100 d'amine.

Les corps prennent naissance suivant les réactions suivantes :

(I) $$CH^3C^6H^4CH^2C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix} - CONH^2 + H^4$$
$$= CH^3C^6H^4CH^2C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix} - CH^2OH + NH^3;$$

(II) $$CH^3C^6H^4CH^2C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix} - CONH^2 + H^4$$
$$= CH^3C^6H^4CH^2C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix} - CH^2NH^2 + H^2O.$$

Alcool o-xylyldiméthyléthylique $\underset{(2)}{CH^3}.C^6H^4.\underset{(1)}{CH^2}.C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ - CH^2OH\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$. — Liquide huileux passant de 142° à 143° sous 15^{mm}.

La formation de l'alcool est accompagnée de celle de l'*o-xylyldiméthyléthylamine primaire* $CH^3.C^6H^4.CH^2.C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ - CH^2NH^2\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$ qu'on retrouve dans les eaux de lavage acides. Il suffit de neutraliser ces eaux et d'enlever la base au moyen de l'éther. En évaporant le dissolvant et distillant le résidu, on obtient l'amine sous la forme d'une huile passant à 129°-130° sous 13^{mm}. Elle constitue une base forte se carbonatant rapidement à l'air. Son chloroplatinate $(CH^3C^6H^4.CH^2 - C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ - CH^2NH^2HCl\\ \diagdown CH^3\end{matrix})^2PtCl^4$ se présente sous la forme de petits cristaux d'un jaune foncé.

L'alcool m-xylyldiméthyléthylique primaire est un liquide bouillant à 139°-140° sous 16^{mm}.

En même temps que l'alcool il se forme de petites quantités d'amine qu'on isole des eaux de lavage acides.

La base distille à 134°-135° sous 15^{mm}.

L'alcool p-xylyldiméthyléthylique distille à 141° sous 15^{mm} et cristallise en une masse blanche formée de fines aiguilles fondant à 37°.

Nous n'avons pas isolé l'amine dans cette préparation.

Alcool p-méthoxybenzyldiméthyléthylique $CH^3O.C^6H^4CH^2.C\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ -CH^2OH. \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$

— Cet alcool, après distillation, se prend par le refroidissement en une masse cristalline fondant à 50°.

Par les résultats consignés dans cette Note, on peut se rendre compte du caractère général des réactions exposées dans nos précédentes Communications.

Nous nous proposons de poursuivre ces recherches et avons, en particulier, l'intention d'étudier les transpositions moléculaires auxquelles se prêtent ces alcools et ces acides quand on les traite par certains réactifs.

BOTANIQUE. — *Sur l'existence d'individus dextres et senestres chez certains Péridiniens.* Note de M. L. MANGIN.

La cuirasse cellulosique qui protège la masse protoplasmique des Péridiniens est formée de valves ou de plaques dont la disposition et le nombre fournissent des caractères très constants pour la distinction des formes génériques et spécifiques. Aussi, admet-on généralement que les divers individus de chaque espèce sont tous semblables entre eux, abstraction faite des différences d'âge et de taille.

Cette supposition est-elle fondée? On sait déjà que le genre *Ceratium* démembré maintenant en un nombre considérable d'espèces, présente des modifications si nombreuses dans la forme, la grandeur et l'orientation des cornes, que la détermination des formes devient chaque jour plus délicate. A côté des mutations du genre *Ceratium*, il existe chez le genre *Peridinium* et chez quelques genres voisins des changements dans la grandeur et l'arrangement des plaques qui permettent de distinguer pour chaque espèce deux sortes d'individus, dont l'existence a paru jusqu'ici méconnue. C'est ce que la présente Note a pour but d'établir.

Je prendrai d'abord comme exemple le *Peridinium ovatum* (Pouchet) Schütt, observé par Pouchet dans la Méditerranée et retrouvé ensuite dans l'océan Atlantique. La description assez vague de Pouchet a été complétée par Schütt, Gran, Paulsen etc. et il ressort de ces descriptions que le *P. ovatum* a une forme lenticulaire à grand axe transversal, à petit axe longitudinal. Il est pourvu d'un bec apical très court, faisant légèrement saillie sur la surface convexe et de deux épines antapicales limitant le bord inférieur du sillon longitudinal.

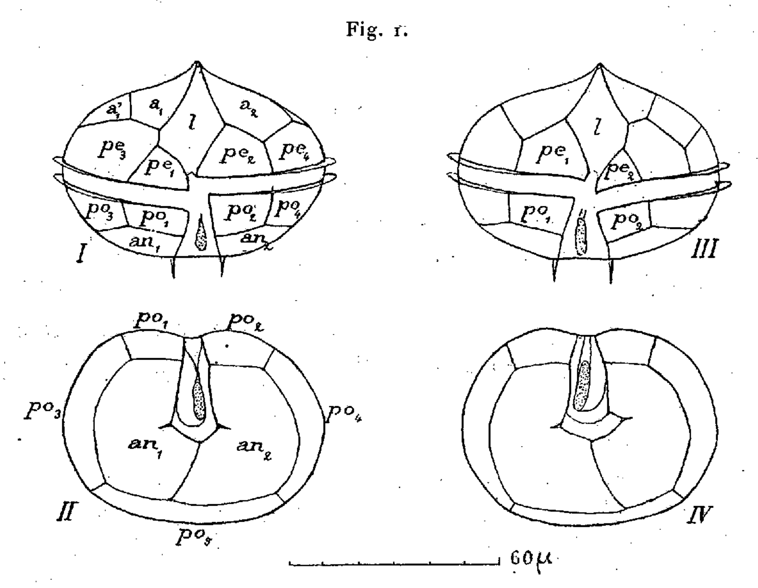
Le sillon transversal occupe à peu près l'équateur de la masse lenticulaire mais, à l'endroit où ce sillon rejoint le sillon longitudinal, l'un des bords du sillon transversal est plus infléchi que l'autre vers la région antapicale.

Le nombre des plaques est constant et se décompose ainsi : dans la région apicale, 1 plaque en losange, 3 plaques apicales (frontales), 3 plaques sous-apicales, puis enfin 7 plaques prééquatoriales (intermédiaires). Dans la région antapicale, on trouve 5 plaques postéquatoriales (intermédiaires) et 2 plaques antapicales, limitant les bords du sillon longitudinal et portant, chacune, l'une des deux épines de cette région. Si l'on examine un individu par la face ventrale, on reconnaît que la flexion de l'un des bords du sillon transversal provoque une inégalité dans la grandeur des plaques pré et postéquatoriales comme on le voit dans la figure 1, I et III. L'inégalité de ces plaques modifie la forme de la plaque en losange qui prend un contour polygonal et devient dissymétrique. En comparant un grand nombre d'individus de *Peridinium ovatum* que j'ai rencontrés dans le plancton de la baie de Saint-Vaast-la-Hougue, on reconnaît qu'ils appartiennent à deux séries que je désignerai sous le nom d'individus *dextres* et *senestres*.

Chez les individus dextres (*fig.* 1, I) l'extrémité droite du sillon transversal est un peu infléchie vers la région antapicale et les plaques équatoriales pe_1, po_1 sont plus petites que les plaques gauches correspondantes pe_2, po_2. En outre, lorsqu'on examine les individus par la région antapicale, la ligne de suture qui sépare les deux plaques antapicales n'occupe pas le plan qui passe par l'axe longitudinal et l'axe du sillon longitudinal, elle s'incurve plus ou moins fortement vers la droite (*fig.* 1, II). D'autres individus sont senestres, c'est-à-dire (*fig.* 1, III) que chez eux, c'est l'extrémité gauche qui est infléchie de manière que les plaques équatoriales pe_2, po_2 sont plus petites que pe_1, po_1 et que la ligne de suture des plaques antapicales est courbée vers la gauche (*fig.* 1, IV). Parmi les nombreux individus que j'ai examinés, tous sont dextres ou senestres, je n'en ai pas rencontré à type intermédiaire

et le *Peridinium ovatum* ne présente pas la symétrie bilatérale comme cela a été dit parfois. Les auteurs Schütt, Gran, Paulsen, etc., qui ont représenté cette espèce ont tous figuré des individus senestres. Ce fait tendrait à faire supposer que le nombre de ces individus est plus grand que celui des individus dextres. Le dénombrement que j'ai effectué sur plusieurs centaines

Fig. 1.



Peridinium ovatum (Pauls.) Schütt. — I, Individu dextre vu par la face ventrale; II, Le même vu par la face antapicale; III, Individu senestre vu par la face ventrale; IV, Le même vu par l'extrémité antapicale; *l*, Plaque en losange; a_1, a_2, Plaques apicales; pe_1, pe_2, pe_3, Plaques prééquatoriales; po_1, po_2, po_3, Plaques postéquatoriales; an_1, an_2, Plaques antapicales.

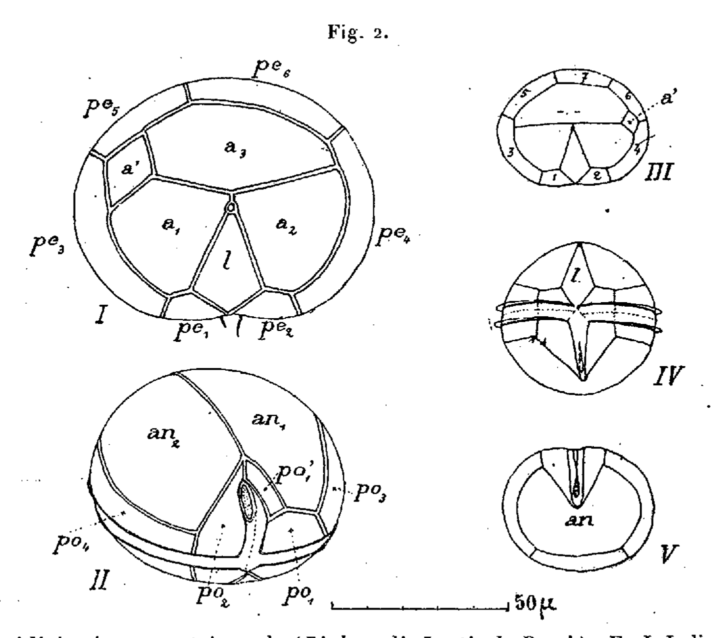
d'individus montre que le nombre des individus dextres ou senestres est à peu près le même.

Dans une préparation renfermant 153 individus orientés de manière à distinguer nettement la dissymétrie, j'ai compté 79 individus senestres contre 74 dextres ; une autre préparation m'a fourni 121 individus senestres et 104 dextres. C'est donc par suite d'une coïncidence fortuite que les auteurs cités n'ont figuré que des individus senestres.

J'ai examiné d'autres espèces du genre *Peridinium* et j'ai constaté que l'existence des deux sortes d'individus paraît générale dans le genre. C'est ainsi que *Peridinium oceanicum* Vanh., *P. depressum* Bail., *P. pentagonum* Gran, *P. pellucidum* (Bergh) Schütt, *P. pedunculatum* Schütt, etc., se comportent comme le *P. ovatum*; il n'y a de changé que les caractères de la dissymétrie.

Chez d'autres genres, notamment chez le genre *Diplopsalis*, la symétrie des pièces de la cuirasse paraît si parfaite qu'il ne semble pas possible, au moins morphologiquement, de distinguer deux sortes d'individus. Une espèce, le *Diplopsalis Lenticula* Bergh, qu'on peut confondre avec le *Peridinium ovatum*, va cependant nous montrer un nouvel exemple de dissymétrie. Le genre *Diplopsalis*, créé par Bergh, a été distingué par Schütt du genre *Peri-*

Fig. 2.



I et II. — *Peridiniopsis assymetrica* nob. (*Diplopsalis Lenticula* Bergh) : En I, Individu dextre vu par la face apicale; en II, Individu senestre vu par la face antapicale.
III, IV, V. — *Peridinium lenticulatum* nob. (*Diplopsalis Lenticula f. minor* Pauls.) : III, Individu senestre vu par la face apicale; IV, Le même vu par la face ventrale; V, Le même vu par la face antapicale.

dinium parce qu'il présente 5 plaques prééquatoriales au lieu de 7. Il possède, en outre de la plaque en losange, 3 plaques apicales.

Toutefois, Stein et Paulsen ont signalé, chez des individus aberrants, une quatrième plaque apicale accessoire gauche chez le *Diplopsalis Lenticula*. Or, l'existence de cette plaque accessoire s'est montrée constante chez tous les individus de cette espèce que j'ai rencontrés dans le plancton de l'Océan récolté, en 1908, par M. Anthony, dans la croisière du *René*. En outre, on trouve 6 plaques prééquatoriales au lieu de 5 (*fig.* 2, I). Chez les mêmes individus, la face ventrale présente au niveau du sillon longitudinal une plaque postéquatoriale supplémentaire, provenant du dédoublement de la plaque postéquatoriale droite (*fig.* 2, II). Il existe donc une dissy-

métrie constante chez le *Diplopsalis Lenticula*, bien qu'elle soit peu apparente à l'examen superficiel, et cette dissymétrie est caractérisée par la présence d'une plaque apicale accessoire et d'une plaque postéquatoriale accessoire située du côté opposé de la précédente.

J'appellerai individus dextres ceux qui ont la plaque apicale accessoire située du côté droit et la plaque postéquatoriale supplémentaire du côté gauche; les individus senestres présentent la disposition inverse. Les individus récoltés dans l'océan Atlantique depuis les Sables-d'Olonne jusqu'à la baie de Douarnenez étaient tous dextres ou senestres, je n'en ai pas vu un seul qui répondît à la description du *Diplopsalis Lenticula* type. Sur 163 individus orientés de manière à reconnaître aisément la disposition des plaques, j'ai compté 93 individus senestres et 70 individus dextres, soit $\frac{1}{4}$ en plus d'individus senestres.

Dans le plancton de la baie de Saint-Vaast-la-Hougue, j'ai rencontré une forme, le plus souvent petite, qui correspond au *Diplopsalis Lenticula* f. *minor* décrit par Paulsen, mais chez cette forme, la dissymétrie n'existe que dans la région apicale et elle est caractérisée par la présence d'une petite plaque apicale supplémentaire. Paulsen qui a figuré cette espèce croît que la plaque apicale surnuméraire est constante et toujours située à gauche. En outre, cette forme est caractérisée par 7 plaques prééquatoriales et non 5 comme le figure Paulsen (*fig.* 2, III); elle possède enfin une seule plaque antapicale (*fig.* 2, V). En comparant les individus récoltés à des époques différentes, j'ai pu m'assurer qu'ils forment également deux séries : les individus dextres à plaque apicale accessoire droite et senestres à plaque gauche. Là encore le nombre des individus senestres est le plus grand; dans une préparation renfermant 150 individus, j'ai compté 55 individus senestres contre 18 dextres, soit trois fois plus d'individus senestres; ceux qui n'ont pas été dénombrés, ne permettaient pas d'observer la plaque apicale supplémentaire à cause de leur mauvaise orientation.

Il résulte de ce qui précède que les deux formes de *Diplopsalis* rencontrées dans l'Océan et dans la Manche, ne correspondent pas à la caractéristique du genre puisque en dehors de la dissymétrie constante qu'elles offrent on compte chez l'une 6 plaques prééquatoriales et chez l'autre 7. Il convient donc de les séparer du genre *Diplopsalis*. La première, celle de l'Océan (*fig.* 2, I, II), rentrerait dans le genre *Peridiniopsis* créé par Lemmermann pour le *Peridiniopsis Borgei*, elle prendrait le nom de *Peridiniopsis assymetrica* nob. et serait caractérisée par une plaque apicale supplémentaire, 6 plaques prééquatoriales et 6 plaques postéquatoriales.

La seconde forme, trouvée dans la baie de Saint-Vaast-la Hougue (*fig.* 2, III, IV et V), rentrerait dans le genre *Peridinium* et prendrait le nom de *P. lenticulatum* nob. Elle serait caractérisée par 1 plaque apicale supplémentaire, 7 plaques prééquatoriales et 1 plaque antapicale.

Je décrirai plus complètement ces deux nouvelles espèces dans un prochain travail.

L'existence des individus dextres et senestres paraît donc être un fait général chez un certain nombre de genres de Péridiniens.

Il est difficile d'admettre que ces différences soient l'effet du hasard et l'on peut supposer qu'elles ont une signification biologique spéciale. Sont-elles la manifestation tangible d'une différence sexuelle analogue à celle des espèces hétérothalliques des Mucoracées? Quelles relations la genèse des deux sortes d'individus a-t-elle avec le mode de sporulation des Péridiniens? Ces questions sont impossibles à résoudre actuellement à cause de notre ignorance des stades évolutifs de ces Algues singulières. Il nous suffit de signaler les faits aux chercheurs qui peuvent étudier le plancton vivant, car l'observation des organismes dans le plancton fixé nous semble impuissante à résoudre d'une manière satisfaisante les problèmes biologiques.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'un grand Singe anthropoïde du genre* Dryopithecus *dans le Miocène moyen de La Grive-Saint-Alban (Isère).* Note de M. **Ch. Depéret.**

Les fentes sidérolithiques de La Grive-Saint-Alban contiennent l'une des plus riches faunes de Vertébrés terrestres du Miocène moyen (étage Tortonien). Parmi les 75 espèces déjà décrites de ce gisement, se trouve un Singe anthropoïde de petite taille, tellement voisin des Gibbons ou *Hylobates* actuels qu'il est à peine possible de l'en séparer génériquement, sous le nom de *Pliopithecus antiquus*.

La découverte que je signale aujourd'hui ne s'adresse plus à un Anthropoïde inférieur, mais à un grand Singe d'un rang élevé, très voisin du *Dryopithecus Fontani*, décrit par Lartet de la partie supérieure du Miocène moyen de Saint-Gaudens (Haute-Garonne).

Par un hasard curieux, il se trouve que les pièces jusqu'ici recueillies à Saint-Gaudens sont toutes des mandibules (une décrite par Lartet, une deuxième par Gaudry, une troisième par M. Harlé). La dentition supérieure du *Dryopithecus Fontani* est donc encore inconnue. On peut, il est

vrai, suppléer en partie à cette lacune, grâce aux savantes descriptions que M. le professeur Branca, de Berlin, a données de deux molaires supérieures d'une autre espèce du même genre, le *Dryopithecus rhenanus* Tohlig sp., du sidérolithique de Melchingen (Souabe), gisement d'âge Miocène supérieur, et, par conséquent, un peu plus récent que le gisement de Saint-Gaudens. D'autre part, mon savant confrère et ami, M. O. Abel, de Vienne, a fait connaître deux dents isolées très intéressantes, des sables gris de Sandberg, près Neudorf (Hongrie), qui appartiennent à la partie moyenne du deuxième étage méditerranéen, c'est-à-dire à un niveau géologique comparable à celui de La Grive-Saint-Alban : de ces deux dents, l'une, qui est une

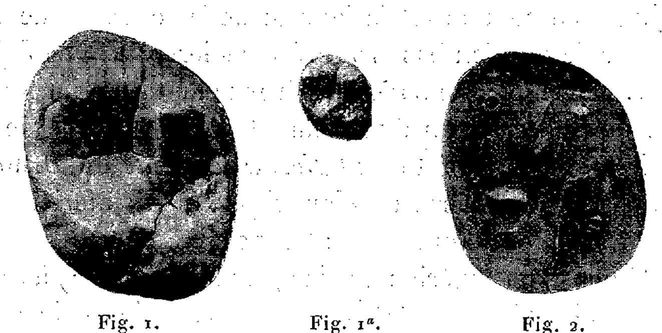


Fig. 1. Fig. 1^a. Fig. 2.

dernière molaire inférieure, a été attribuée par M. Abel à une nouvelle espèce de Dryopithèque (*D. Darwini*), tandis que l'autre, qui serait la première ou la deuxième arrière-molaire d'en haut, devient le type du *Griphopithecus Suessi* n. g. et sp.

En résumé, nos connaissances sur la dentition supérieure des grands Singes anthropoïdes miocènes se réduisent aux deux molaires du *Dryopithecus rhenanus* de Melchingen et à l'unique molaire du *Griphopithecus Suessi* de Neudorf.

La pièce récemment recueillie à La Grive (*fig.* 1 et 1^a) est aussi une arrière-molaire supérieure isolée, dans un bel état de préservation. Il s'agit de la dent de sagesse (m^3) comme l'indique l'absence, sur la face postérieure, de toute trace de contact avec une autre dent voisine. La couronne est quadrangulaire transverse, un peu oblique en arrière, et présente la *structure trituberculaire* normale des Anthropoïdes : c'est-à-dire un trigone formé par les deux denticules externes reliés au denticule antéro-interne, trigone auquel s'adjoint, comme une sorte d'élément accessoire, le denticule postéro-interne (*hypocône* de M. Osborn). La surface de l'émail présente une série de plis et de rides irrégulières, donnant à la couronne un

aspect un peu rugueux. Enfin on observe en dehors et en dedans, à la base de la couronne, de faibles rudiments de bourrelets interlobaires, surtout marqués du côté interne.

Ces deux derniers caractères, plissotement de l'émail et traces de bourrelets basilaires externe et interne, concordent trop bien avec ce qui existe sur les dents inférieures du *D. Fontani* pour ne laisser à peu près aucun doute sur l'attribution du Singe de La Grive au genre Dryopithèque. La détermination spécifique est plus délicate, par l'absence presque complète de termes de comparaison. Comme grandeur, la dent de La Grive paraît indiquer un Singe légèrement plus petit que le *D. Fontani*, autant qu'il est permis d'en juger en comparant la largeur de la couronne de m^3 d'en haut (10^{mm}) avec celle de m^3 d'en bas ($10^{mm},5$ dans les pièces de Saint-Gaudens décrites par M. Harlé). Cette légère différence de taille s'accorde fort bien avec l'âge un peu plus ancien du gisement de La Grive et je n'aurais pas hésité à y voir une intéressante *mutation ascendante* du *D. Fontani*, si je n'étais arrêté par la découverte en Hongrie de la m^3 inférieure du *D. Darwini*, qui, bien que sensiblement contemporaine du Singe de La Grive, présente des dimensions supérieures (largeur de m^3, 12^{mm}) à celles des plus forts sujets de Saint-Gaudens. Il y a donc lieu de tenir compte, dans l'appréciation de ces mesures, d'un certain degré possible de variation sexuelle ou individuelle.

Le *D. rhenanus* du Miocène supérieur de Melchingen, dont M. Branca a figuré en 1898 une molaire supérieure (probablement m^2) à l'état de germe, diffère de la dent de La Grive par une largeur un peu plus forte ($11^{mm},3$) et par un plissement encore plus accusé de l'émail. On peut le regarder comme une espèce distincte du Singe de La Grive.

Je suis plus embarrassé pour me prononcer sur le *Griphopithecus Suessi* (*fig.* 2), fondé par M. Abel sur une molaire supérieure qui est une m^1 ou une m^2. La grandeur de cette dent est sensiblement identique à la dent de La Grive, mais la molaire de Hongrie en diffère par une forme plus arrondie sur les angles, et surtout par son émail tout à fait lisse, dépourvu des rugosités caractéristiques du Dryopithèque. Si cette apparence lisse ne tient pas uniquement à l'état d'usure plus avancé de cette molaire, il y aurait lieu d'admettre un genre spécial aux dents couvertes d'un émail uni et, par conséquent, plus humaines.

Il me reste à envisager les rapports de la dent de sagesse de La Grive avec celles des grands Anthropoïdes actuels et de l'Homme. Il n'y a aucune ressemblance avec le Gorille, où m^3 est plus longue que large (à l'inverse

du Dryopithèque) et l'hypocône moins séparé des autres denticules. Il n'y a pas non plus d'analogie avec l'Orang-Outang (*Simia satyrus*), où m^3 est subcarrée, un peu plus longue que large, avec un hypocône en proportion moins important, et les denticules plus fondus entre eux, ce qui rend la structure trituberculaire peu apparente. Par contre, le Dryopithèque montre, au point de vue de m^3, de grandes ressemblances avec l'Orang bicolore (*Simia bicolor*) et avec le Chimpanzé, soit au point de vue de la forme rectangulaire transverse de la couronne, de la disposition trituberculaire très évidente, de la forme et de l'importance de l'hypocône, de la structure ridée de l'émail. Toutefois, la taille des deux Singes actuels est plus grande (largeur de m^3, 12^{mm} à 13^{mm}), l'émail plus finement ridé et les bourrelets interlobaires plus rudimentaires. Des rapports de descendance directe entre le Dryopithèque et l'une de ces deux espèces vivantes, autant qu'il est permis d'en juger par l'étude d'une seule molaire, me paraissent des plus vraisemblables.

La dent de sagesse du Dryopithèque ne manque pas non plus d'analogie avec la molaire humaine, où la forme transverse de la couronne et la netteté du trigone antérieur sont si remarquables. Toutefois, la dent de l'homme a un émail presque lisse; son hypocône est bien plus réduit, et il n'y a pas de bourrelet basilaire. Il serait tout à fait prématuré, dans l'état précaire de nos connaissances, de conclure à une liaison ancestrale plus ou moins directe entre le Dryopithèque et l'Homme.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. van 't Hoff, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 33,

MM. W. Voigt obtient. . . . . 32 suffrages
Eddy » . . . . 1 suffrage

M. **W. Voigt**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. **André Broca** adresse des remercîments à l'Académie pour la subvention qui lui a été accordée sur le Fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la spectroscopie solaire.* Note de M. **A. Perot**, présentée par M. H. Deslandres.

Les longueurs d'onde des raies d'absorption, déterminées avec la lumière émanée de différentes régions du Soleil, dépendent pour une même raie de la position sur le disque de la région étudiée; c'est ainsi que nombre d'observateurs ont cherché à déterminer la rotation des diverses couches, ou à mettre en évidence de grands courants matériels à la surface de l'astre. Une question préalable doit, me semble-t-il, être posée à propos de la signification des mesures faites. Les résultats trouvés sont-ils, à coup sûr, relatifs à des mouvements matériels, par exemple des courants de vapeur, analogues aux courants aériens que nous observons à la surface du sol; ou bien les mouvements décelés par le spectroscope ne sont-ils qu'une image parfois infidèle de la réalité?

Jusqu'ici on a considéré que là où l'expérience indique une vitesse de 1^{km} par seconde par exemple, dans une direction, cette vitesse est bien réelle et la masse générale de la vapeur absorbante en est animée. A la suite des recherches que j'ai faites sur la luminescence de l'arc au mercure dans le vide, je me suis demandé si cette manière de voir est fondée, et si l'on ne doit pas faire intervenir des considérations analogues à celles que j'ai émises dans cette étude, et que l'expérience a numériquement vérifiées.

Ne faut-il pas considérer que, normalement, une masse de vapeur ou de gaz n'est pas absorbante, et que seules sont douées de la faculté d'absorption quelques-unes de ses particules, en nombre sans doute infime, compris entre le cent-millionième et le cent-milliardième du nombre total, d'après ce qu'ont montré les recherches de M. Hallo, de M. Geest sur les flammes et de M. J. Becquerel sur l'absorption cristalline. Le spectroscope nous révélerait les mouvements de ces centres seuls; le pouvoir absorbant leur serait vraisemblablement conféré d'une manière passagère par un ion ou un élec-

tron, qui, lors de la rencontre, leur communiquerait en partie la quantité de mouvement qu'il possède. La vitesse ainsi acquise se composerait avec la vitesse propre de la généralité de la masse gazeuse, et c'est la résultante que le spectroscope nous permettrait de mesurer.

Dans la région de la couche renversante, vu la densité élevée et sauf aux régions de violente perturbation, les charges électriques se meuvent dans un milieu très résistant, ne peuvent prendre que de faibles vitesses, et sont de plus, par cela même, insensibles au champ magnétique solaire; la vitesse spectroscopique mesurée est alors presque exactement la vitesse de la vapeur elle-même, et la rotation observée très voisine de la rotation réelle; il n'en est plus de même dans les couches élevées, où la raréfaction est plus grande; si, dans ces régions, des électrons tombent sur le Soleil sous l'action de la charge positive de celui-ci, et malgré la pression de radiation, leur vitesse peut être assez grande pour donner aux centres absorbants une vitesse descendante mesurable; ce serait, en particulier, le cas de la couche la plus élevée du calcium (raie K^3) et du magnésium; en même temps, comme l'a indiqué M. Deslandres, le champ magnétique entraînerait les électrons dans le sens de la rotation et l'on expliquerait ainsi l'excès de la vitesse de rotation des couches supérieures.

Il faut bien remarquer qu'un mouvement ascendant général des vapeurs pourrait se produire, la spectroscopie indiquant un mouvement descendant. En tout cas, la quantité de matière descendant avec la vitesse trouvée serait infime relativement à la masse totale. On n'a plus besoin, dans cette hypothèse, d'invoquer des mouvements tourbillonnaires pour maintenir l'état d'équilibre. Dans le cas du magnésium, si l'on suppose que $\frac{1}{10^9}$ seulement des centres sont absorbants, la vitesse trouvée spectroscopiquement ($1^{km},7$ à la seconde), correspondrait à une descente générale s'effectuant avec une vitesse de 56^m par an, de l'ordre de la contraction indiquée par Lord Kelvin.

Il faut, dans cette hypothèse, admettre une pluie d'électrons sur la surface du Soleil, ce qui cadre bien avec les théories modernes.

L'accélération de la rotation des couches élevées est particulièrement intéressante. Si, partant des nombres donnés par M. Walter Adams pour la rotation de l'hydrogène (H^α) et du calcium (4227), on calcule, aux différentes latitudes de 0° à 75°, les écarts entre les vitesses kilométriques de ces vapeurs et celles de la couche renversante, on trouve des nombres sensiblement constants variant de $0^{km},05$ à $0^{km},09$ par seconde, dont les écarts

avec la moyenne, $0^{km},075$, sont de l'ordre des erreurs d'expérience, alors que les vitesses varient de $2^{km},06$ à $0^{km},40$ pour la couche renversante. Si cette accélération est due à l'action du champ magnétique solaire sur les électrons, il faut que la composante tangentielle du champ (parallèle à la surface) soit à peu près constante de l'équateur jusqu'à la latitude de 75°. Les couches électriques, dont la rotation fournit vraisemblablement le champ magnétique, ne sauraient alors être homogènes; la densité de la couche positive de la surface ou celle de la couche négative, formée par les électrons extérieurs, doit être plus grande au voisinage du pôle qu'à l'Équateur, ce qui, *a priori*, n'a rien d'inacceptable; les zones royales étant une région particulièrement troublée où les couches positives et négatives tendent à se mélanger, la densité moyenne de chacune d'elles doit être plus petite que dans les régions voisines du pôle.

NAVIGATION. — *Sur une nouvelle machine à sonder.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par S. A. S. le Prince de Monaco.

La machine dont la description va suivre est destinée aux sondages de petite et moyenne profondeur, c'est-à-dire compris entre 0 et 2000^{m}. Toutefois le principe nouveau qui y est réalisé peut s'appliquer aux machines plus importantes destinées à effectuer des sondages profonds.

La machine est caractérisée par ce fait qu'elle porte, à la partie supérieure de son bâti, formé de deux flasques de fonte, un *balancier* oscillant autour d'un axe horizontal. L'une des extrémités du balancier, débordant du bâti, porte une *poulie métrique*. L'autre est rappelée par deux puissants ressorts à boudin dont on peut régler la tension par deux vis. Entre les flasques du bâti est le tambour sur lequel est enroulé le fil de sonde.

En temps ordinaire, les ressorts rappellent le balancier dont l'arrière bute sur la partie postérieure des deux flasques. Mais dès que le fil est chargé du plomb de sonde, du poids de 10^{kg}, ce poids l'emporte sur l'action des ressorts, et le balancier bascule vers l'avant. En basculant il embraye automatiquement l'axe d'un compteur de tours avec l'axe de la poulie métrique, et le nombre des tours de celle-ci s'inscrit au compteur. La poulie a 25^{cm} de circonférence : il suffit donc de diviser par 4 le nombre marqué au compteur pour avoir, en mètres, la profondeur mesurée. Le compteur peut enregistrer jusqu'à 10000 tours, c'est-à-dire mesurer une profondeur de 2500^{m}.

Dès que le plomb touche le fond, le fil se trouve soulagé de son poids : aussitôt l'action des ressorts devient prépondérante, ils rappellent le balancier en le faisant basculer vers l'arrière. Ce mouvement de bascule en arrière produit deux actions différentes : d'abord il débraye le compteur qui ne peut plus enregistrer de tours ne correspondant pas à une profondeur réelle ; toute erreur de comptage se trouve donc ainsi évitée. Ensuite, il introduit un coin entre l'axe du tambour et une pièce fixe. Ce coin, pressé par les ressorts dont l'action est multipliée par 3 par un levier, forme un frein puissant, qui bloque le tambour et arrête instantanément le déroulement du fil.

L'appareil est peu lourd (20^{kg}) et peu encombrant (30^{cm} de hauteur et 40^{cm} de longueur), peu coûteux et très robuste. Il a été construit à l'atelier de mécanique de l'Institut océanographique par M. Demoy, mécanicien de l'Institut.

Le fil employé est un petit câble à 18 brins d'acier. Il résiste à une charge de 85^{kg}, a 1^{mm} de diamètre, et pèse 5^{kg} par kilomètre. Le tambour peut en porter 2000^{m}.

Le principe de cette nouvelle machine peut, on le voit, s'appliquer aisément à un sondeur de plus grandes dimensions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations de Bäcklund de première espèce.* Note de M. J. **Clairin**, présentée par M. P. Appell.

Je me suis proposé de rechercher si une équation aux dérivées partielles du second ordre à deux variables indépendantes qui possède un système de caractéristiques du premier ordre dérive toujours d'une transformation de Bäcklund de première espèce.

Les équations d'une telle transformation peuvent s'écrire avec les notations ordinaires,

$$x' = f_1(x, y, z, p, q; z'), \qquad y' = f_2(x, y, z, p, q; z'),$$
$$p' = f_3(x, y, z, p, q; z'), \qquad q' = f_4(x, y, z, p, q; z'),$$

les fonctions f_1, f_2, f_3, f_4 satisfaisant aux égalités

$$f_3 \frac{\partial f_1}{\partial z'} + f_4 \frac{\partial f_2}{\partial z'} = 1, \tag{1}$$

$$\left| \left(\frac{df_i}{dx}\right) \left(\frac{df_i}{dy}\right) \frac{\partial f_i}{\partial p} \frac{\partial f_i}{\partial q} \right| = 0 \qquad (i = 1, 2, 3, 4). \tag{2}$$

En exprimant que l'équation proposée dérive de la transformation précédente, il vient deux équations entre les fonctions f_1, f_2, f_3, f_4 et les dérivées du premier ordre de f_1 et f_2; ces équations doivent être associées à (1) et (2); on a ainsi quatre équations aux dérivées partielles pour déterminer quatre fonctions inconnues.

Des transformations faciles quoique trop longues pour être indiquées ici conduisent à un système de deux équations où figurent seulement avec x, y, z, p, q les deux fonctions f_1, f_2 et leurs dérivées partielles du premier ordre, mais les théorèmes généraux de Cauchy ne permettent pas d'affirmer que ce système possède des intégrales. En combinant les deux équations obtenues et en adjoignant au système l'équation ainsi formée, on a trois équations telles qu'il suffit d'appliquer deux fois les théorèmes de Cauchy pour démontrer qu'il existe des intégrales.

La question posée doit donc être résolue par l'affirmative; une équation aux dérivées partielles du second ordre qui possède un système de caractéristiques du premier ordre ne dérive d'ailleurs que d'une transformation de Bäcklund de première espèce; ce résultat pourrait sans doute se déduire de la démonstration qui vient d'être indiquée, mais je l'ai déjà établi directement dans ma Thèse.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les intégrales linéaires des équations de Lagrange*. Note de M. E. Delassus, présentée par M. P. Appell.

1. Les équations de Lagrange d'un système holonome soumis à une fonction de forces pouvant, ainsi que les liaisons, dépendre du temps peuvent s'écrire

$$\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

T étant une fonction quadratique, généralement non homogène des q', et toute intégrale linéaire peut s'écrire

$$\Sigma\lambda_i \frac{\partial T}{\partial q'_i} - \Omega = \text{const.},$$

les λ_i et Ω étant des fonctions de $q_1, \ldots, q_n$, t. A cette intégrale nous ferons correspondre l'équation linéaire

$$X(f) = \Sigma\lambda_i \frac{\partial f}{\partial q_i} = 0,$$

et le déplacement virtuel $\mathfrak{D}\varepsilon$ défini par

$$\delta q_1 = \lambda_1 \varepsilon, \quad \ldots, \quad \delta q_n = \lambda_n \varepsilon,$$

ε étant une variable indépendante infiniment petite.

Tout paramètre q_1 ne figurant pas par lui-même dans T donne une intégrale linéaire immédiate

$$\frac{\partial T}{\partial q'_1} = \text{const.}$$

qui sera dite sous *forme normale* et qui permettra de ramener le système de Lagrange S_n à un système analogue S_{n-1} ne contenant que les inconnus $q_2, \ldots, q_n$.

2. On peut énoncer les propositions suivantes :

1° *Toute intégrale linéaire d'un système* S_n *peut être ramenée à la forme normale en faisant sur* T *une modification qui n'altère pas les équations* S_n, *puis un changement de paramètres.*

2° $I_1, I_2, \ldots, I_r$ *étant r intégrales linéaires d'un système* S_n *de Lagrange, pour que* $I_2, \ldots, I_r$ *deviennent des intégrales du système réduit* S_{n-1} *obtenu en ramenant* I_1 *à la forme normale, que* $I_3, \ldots, I_r$ *deviennent ensuite des intégrales du système* S_{n-2} *obtenu en réduisant* S_{n-1} *au moyen de* I_2 *ramenée à la forme normale sur* S_{n-1} *et ainsi de suite, c'est-à-dire que, par des réductions d'intégrales à la forme normale, on puisse, sans être arrêté, ramener* S_n *à des systèmes successifs* $S_{n-1}, S_{n-2}, \ldots$ *et, finalement, à un système* S_{n-r} *à* $n-r$ *paramètres, il faut et suffit qu'on ait*

$$\begin{matrix} X_i[X_j(f)] - X_j[X_i(f)] \equiv 0 \\ X_i(\Omega_j) - X_j[\Omega_i] = 0 \end{matrix} \qquad \begin{pmatrix} i = 1, 2, \ldots, r \\ j = 1, 2, \ldots, r \end{pmatrix},$$

ou, ce qui revient au même, *que l'application du théorème de Poisson à deux quelconques des intégrales considérées fournisse toujours une identité.*

Si ces conditions symétriques sont réalisées, nous dirons que $I_1, \ldots, I_r$ forment un *groupe normal* d'intégrales linéaires de S_n.

3° *Les intégrales linéaires d'un groupe normal sont toujours réductibles simultanément à la forme normale.*

4° *Si, pour chacun des déplacements virtuels* $\mathfrak{D}\varepsilon$ *qui définissent les intégrales linéaires* $I_1, I_2, \ldots, I_n$ *d'un groupe normal, on sait* a priori *choisir un système de paramètres tels qu'un seul soit variable dans ce déplacement, la réduction simultanée de* $I_1, I_2, \ldots, I_r$ *à la forme normale et, par suite, la réduction de* S_n *à un système* S_{n-r}, *n'exige que des quadratures.*

5° *Si la fonction* T *est indépendante du temps et si sa portion* T_0 *indépendante des* q' *n'est pas une constante, le système* S_n *s'intègre complètement par des quadratures dès qu'on en connaît* $n-1$ *intégrales linéaires indépendantes du temps et formant un groupe normal.*

Si les liaisons et la fonction de forces U sont indépendantes du temps, on a

$$T_0 = U,$$

de sorte que le dernier théorème s'applique sûrement s'il y a des forces données véritablement agissantes et est en défaut pour les problèmes dits *de géodésiques* ($U = 0$).

3. Les conditions

$$X_i[X_j(f)] - X_j[X_i(f)] \equiv 0$$

qui sont nécessaires pour l'existence d'un groupe normal sont des relations cinématiques entre les divers déplacements virtuels $\mathcal{O}_1\varepsilon, \mathcal{O}_2\varepsilon, \ldots, \mathcal{O}_r\varepsilon$; elles s'interprètent d'une façon simple quand ces déplacements sont des *déplacements d'ensemble* du système matériel, c'est-à-dire sont représentables par des systèmes de vecteurs $S_1\varepsilon, \ldots, S_r\varepsilon$.

En appelant *vitesse d'un système de vecteurs* variable avec le temps le système de vecteurs ayant pour coordonnées absolues les dérivées des coordonnées absolues du premier, justifiant cette définition en montrant qu'elle est indépendante du choix des axes de référence, généralisant les notions de vitesse relative et de vitesse d'entraînement, ainsi que le théorème classique de la composition des vitesses, la condition cinématique se traduit par :

Le système matériel étant supposé solidifié, la vitesse absolue du système S_j *quand le solide est animé du mouvement instantané représenté par* S_i *doit être identique à la vitesse relative de* S_i *par rapport au solide animé du mouvement instantané représenté par* S_j.

Sous cette forme, elle s'applique aisément aux intégrales linéaires fournies, dans le mouvement d'un solide, par les théorèmes des quantités de mouvement. Si, comme dans le problème de Lagrange, ces théorèmes indiquent deux intégrales relatives à un système S_1 fixe et à un système S_2 attaché au corps, la condition est réalisée, les deux vitesses considérées étant nulles, et les deux intégrales forment un groupe normal. Si, comme

dans le problème d'Euler, ces théorèmes indiquent des intégrales relatives à des vecteurs fixes n'ayant pas même ligne d'action, la première vitesse est nulle et la seconde ne l'est certainement pas; la condition n'est pas réalisée et, bien qu'on ait trois intégrales linéaires distinctes, il est impossible, parmi elles, d'en trouver deux formant un groupe normal. Ces deux problèmes sont donc d'une nature analytique bien distincte et, de quelque façon qu'on choisisse les paramètres dans le problème d'Euler, on est assuré qu'il ne pourra pas s'intégrer par le procédé général de réduction qui s'applique au problème de Lagrange.

HYDRODYNAMIQUE. — *Surfaces de glissement. Généralisation de la théorie d'Helmholtz.* Note de M. **Marcel Brillouin**.

I. Le mouvement permanent du liquide en aval d'un obstacle placé dans un courant uniforme en amont, est défini dans la théorie proposée par Helmholtz par la condition que la pression ne devienne jamais négative; de là résulte d'abord que le liquide en mouvement est limité en partie par des surfaces de glissement dont la forme, non donnée à l'avance, résulte de la double condition que la vitesse est tangente à ces surfaces et constante en grandeur. Lorsque l'espace mort où le liquide est immobile s'étend indéfiniment en aval, la pression constante qui y règne est nécessairement identique à la pression au loin dans le courant, et la vitesse le long de la surface de glissement est nécessairement égale à la vitesse lointaine uniforme du courant. C'est sous cette condition qu'ont été traités tous les exemples jusqu'à présent.

Lorsque l'obstacle n'est pas unique, ou n'a pas une forme très simple, la mise en œuvre de la méthode analytique exige qu'on fasse un examen qualitatif préalable de la disposition des lignes de glissement. A chacune de ces dispositions possibles ne correspondent dans la solution définitive que des formes d'obstacles comprises entre des limites très étroites.

Pour certaines formes d'obstacles, un dièdre, ou deux plans placés l'un derrière l'autre, la position même du problème est si difficile qu'on peut se demander si le mouvement permanent d'Helmholtz est toujours possible.

II. Sans triompher de toutes les difficultés, on peut néanmoins dans bien des cas rendre possibles des mouvements permanents à pression partout positive sans tourbillons, par une généralisation très simple des con-

ditions d'Helmholtz. En effet, lorsqu'un espace mort ne s'étend pas à l'infini en aval, la pression peut y posséder une valeur quelconque positive; la vitesse *constante* le long de la surface de glissement qui la limite d'un côté peut avoir une *valeur quelconque inférieure à la vitesse générale du courant.*

Un tel espace se produit lorsque les parois présentent des concavités excessives, ou même simplement des convexités insuffisantes; la surface de glissement doit se raccorder à ses deux extrémités à la paroi en satisfaisant aux conditions que j'ai indiquées ailleurs ([1]) lorsque la courbure de la paroi varie d'une manière continue.

III. Mais cette généralisation elle-même ne suffit pas dans certains cas. L'obstacle dièdre en fournit un exemple.

Lorsqu'on suppose, conformément à la forme actuelle de la théorie d'Helmholtz, que la division du courant se fait au sommet du dièdre, à une orientation déterminée des deux plans ne correspond qu'un rapport de largeurs de ceux-ci; qu'on augmente un peu la largeur de l'un deux, la théorie ne fournit plus de solution. Une discussion qui sera donnée ailleurs permet de poser et résoudre le problème conformément aux seuls principes d'Helmholtz quand l'angle du dièdre est rentrant. Il n'en est plus de même quand l'angle est saillant; en dehors de certaines limites du rapport des largeurs des plans, la solution s'obtient d'une manière simple: l'un des plans est seul exposé au courant, et l'autre reste noyé dans l'espace mort à l'arrière. Mais entre certaines limites de largeur, chacun des deux plans coupe la ligne de glissement que donnerait l'autre supposé seul exposé au courant. Il faut alors recourir à la généralisation indiquée plus haut. Le plan P_1 étant seul directement exposé au courant, donne naissance, à partir de l'arête A, à une ligne de glissement qui frôle le bord du plan P_2, en isolant un espace mort limité; au delà du bord, la vitesse le long de la ligne de glissement est la vitesse générale du courant, mais de l'arête au bord la vitesse constante peut être plus petite. Malheureusement cette manière, assez séduisante, de poser la question, se heurte à une difficulté qui semble insurmontable: la discontinuité de vitesse au bord correspond analytiquement à un angle infini, c'est-à-dire à un point asymptote d'un double enroulement en spirale qui ne peut être le bord du plan P_2 ([2]).

([1]) *Ann. de Chim., et de Phys.*, 8e série, t. XXIII, p. 174.

([2]) La difficulté ne disparaîtrait que si *sur le contour*, l'une des deux fonctions con-

IV. Pour éviter la discontinuité de vitesse au bord dans le problème précédent, et dans quelques autres, où la forme des obstacles indique la production d'espaces morts limités, délaissés par le courant général, il faut se reporter aux propriétés essentielles des liquides de viscosité infiniment petite : *à une viscosité infiniment petite correspond une durée infiniment longue d'établissement de l'état permanent, qui permet la production de tourbillons d'intensité finie dans un espace limité* (1). Nous supposerons donc que l'espace mort est occupé par des tourbillons, soumis aux lois du mouvement de fluides à viscosité infiniment faible; dans ces conditions la ligne de flux qui sépare le courant général de l'espace tourbillonnant limité n'est plus une ligne de pression constante, la vitesse extérieure y varie d'une manière continue, croissant de l'arête A jusqu'au bord de P_2, où elle peut atteindre sans discontinuité la vitesse du courant général qu'elle conservera indéfiniment en aval.

V. On trouvera ailleurs une discussion de ce nouveau point de vue, ainsi que des difficultés différentes qui se présentent dans le cas de deux plans indépendants placés l'un derrière l'autre.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les congruences linéaires de coniques.* Note de M. **D. Montesano**, présentée par M. G. Humbert.

M. Godeaux, dans une Note récente (*Comptes rendus*, 1911, 1er sem., n° 18, p. 1149), s'est occupé d'une question que j'avais complètement résolue en 1895, à savoir : *la détermination de toutes les congruences linéaires de coniques de l'espace* (2).

D'après M. Godeaux, je n'aurais pas démontré que les congruences rencontrées dans mes recherches étaient les seules possibles; or cette affirmation n'a pas de fondement.

---

juguées pouvait subir un point brusque en un saut tout en restant finie, sans que l'autre devienne nécessairement infinie; sans oser affirmer que cela soit impossible, je n'en connais pas d'exemple.

(1) Brillouin, *Ann. Toulouse*, 1887.

(2) Montesano, 1° *Su di un sistema lineare di coniche nello spazio* (*Atti R. Acc. delle Science de Torino*, t. XXVII, 1892); 2° *Su le congruenze lineari di coniche nello spazio* (*Rend. R. Istituto Lombardo*, s. II, t. XXVI, 1893); 3° et 4° *Su i vari tipi di congruenze lineari di coniche dello spazio* (*Rend. R. Accad. delle Scienze di Napoli*, s. III, t. I, 1895, p. 93 et 155).

En effet, dans l'introduction à mon troisième Mémoire, en résumant tous les résultats que j'avais obtenus, j'ai écrit : *ho potuto dedurre quali siano i tipi fondamentali delle congruenze lineari di coniche nello spazio ;* et cette assertion est bien démontrée par la méthode que j'ai suivie pour la construction des congruences, méthode qui est clairement exposée dans le dernier paragraphe de mon quatrième Mémoire.

Parmi les congruences que j'ai obtenues, il y en a seulement quatre (dont deux sont des cas particuliers de deux autres) qui ont une courbe directrice unique. La nature de cette courbe étant bien connue (deuxième Mémoire, n°s 1; 1, 2°; 13, 13 a), on peut affirmer que :

a. Si par un point arbitraire de l'espace passe une seule conique rencontrant en six points une courbe gauche, cette courbe est d'ordre 7 *et de genre* 5; *ou d'ordre* 6 *et de genre* 2 *(cas particulier du précédent); ou bien elle est d'ordre* 8 *et de genre* 3 *avec deux points triples; ou enfin d'ordre* 7 *avec deux points triples (cas particulier du précédent).*

Par des considérations tout à fait semblables, on reconnaît que :

b. Si par deux points arbitraires de l'espace passe une seule conique rencontrant, en quatre points, une courbe gauche, cette courbe est du quatrième ordre et de deuxième espèce.

Je ne veux pas rappeler ici les propriétés remarquables des congruences Γ, qui se présentent dans ces cas. Ces propriétés, et celles de toutes les congruences que j'ai rencontrées, sont exposées dans mes Mémoires.

M. Godeaux s'est proposé de donner une nouvelle démonstration du théorème a. Tout son raisonnement se réduit à la considération, dans la congruence Γ, des surfaces F, lieu des coniques dont les plans passent par un point fixe P. Mais toutes les propriétés de ces surfaces et des lignes, que deux quelconques d'entre elles ont en commun, sont exposées dans le paragraphe 1 de mon troisième Mémoire. M. Godeaux ne fait donc que répéter ces résultats : toutefois sa formule (1) n'aura de valeur que s'il démontre :

1° Qu'il n'y a pas de droites pouvant rencontrer la courbe directrice de la congruence en plus de six points;

2° Que toute dextrisécante de la courbe est une ligne simple pour les surfaces F;

3° Qu'il n'y a pas de sécantes quintuples de la courbe; ou que, si elles existent, elles ne se trouvent pas sur les surfaces F.

M. Godeaux, dans la dernière partie de sa Note, a considéré aussi le cas général d'une congruence Γ avec deux ou plusieurs courbes directrices. Dans ce cas aussi, M. Godeaux fait usage des surfaces F et il suppose qu'une courbe directrice d'ordre λ, par laquelle F passe un certain nombre q de fois, équivaut *toujours* à une ligne simple d'ordre λq^2 dans l'intersection de deux surfaces F. Mais cette hypothèse est inexacte.

En effet, dans le premier paragraphe de mon troisième Mémoire, j'ai montré que la congruence Γ peut avoir un certain nombre, δ, de coniques infiniment voisines d'une *droite* directrice d; et, dans ce cas, toutes les surfaces F passent le même nombre de fois q par la droite d; et elles ont 2δ plans tangents communs en chaque point de d, de sorte que dans l'intersection de deux surfaces F, la droite d doit être comptée comme une ligne simple d'ordre $q^2 + 2\delta$.

Par conséquent la première des deux formules

$$(2n+1)^2 = 2n + \Sigma\lambda_i q_i^2 + x,$$
$$2(2n+1) = \Sigma m_i q_i,$$

de M. Godeaux, doit être corrigée par l'addition au second membre du terme $+ 2\Sigma\delta_i$. On obtient ainsi les relations que j'ai établies dans le même paragraphe de mon Mémoire.

La Note de M. Godeaux n'ajoute donc rien de nouveau aux résultats que j'avais déjà obtenus.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un effet électrique du déplacement relatif d'un métal et d'un électrolyte au contact.* Note de M. **J. Pionchon**, présentée par M. J. Violle.

Voici des faits qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été signalés et dont toute théorie visant à rendre compte des relations de contact des conducteurs métalliques et des électrolytes aura à donner une interprétation :

Soit une solution électrolytique (AC), dans laquelle plongent deux électrodes métalliques M et N; si l'on équilibre, à l'aide d'un potentiomètre, la force électromotrice de la pile à un liquide ainsi formée et qu'on vienne à donner à l'une des électrodes un léger déplacement au sein du liquide, par exemple au moyen d'une petite impulsion ou d'une vibration imprimée au support (flexible) de cette électrode, on constate que l'équilibre établi au

potentiomètre est rompu et que par conséquent le glissement relatif de l'électrode et du liquide fait varier la force électromotrice à leur contact.

Si l'on a soin d'entourer l'une des électrodes d'un vase poreux ou de placer les deux électrodes dans des vases distincts réunis par un siphon ou par un tube plein du liquide considéré, on peut étudier séparément les effets de l'agitation de l'une ou de l'autre des électrodes, l'ébranlement de l'une ne troublant pas de façon appréciable le repos du liquide au contact de l'autre. Bien entendu, il convient de couvrir les électrodes d'un enduit isolant (cire, paraffine, verre), sauf dans une portion de la partie immergée, afin que les petits déplacements réalisés dans l'expérience dont il s'agit ne fassent pas varier sensiblement la résistance intérieure de l'appareil. Si l'une des électrodes est portée par une branche d'un diapason animé d'un mouvement vibratoire d'amplitude constante, la nouvelle valeur que prend, pendant l'agitation de l'électrode, la force électromotrice de la pile est, au bout de quelques secondes, assez fixe pour qu'on en puisse faire la mesure au potentiomètre et apprécier par conséquent de façon quantitative l'effet produit.

Ainsi que l'indique l'énoncé que je viens d'en donner, ce phénomène m'est apparu avec une très grande généralité. Je n'ai pas encore trouvé de système métal électrolyte qui ne le manifeste à quelque degré. Il n'y a que le sens et la grandeur de l'effet observé qui présentent, d'un cas particulier à un autre, des différences à signaler. En voici quelques exemples :

Dans le cas d'électrodes de zinc au sein d'une solution aqueuse de sulfate de zinc, la force électromotrice augmente si l'on agite l'électrode qui, au repos, portait le pôle positif de la pile ; et, au contraire, diminue si l'on agite l'électrode négative. Lorsque, au repos, la force électromotrice est nulle, ce qui arrive quand les électrodes sont bien identiques, on fait, en agitant une des électrodes, apparaître une force électromotrice et l'électrode agitée devient positive. Bref, l'index du galvanomètre se déplace, en tous les cas, dans un sens tel qu'il semble que l'agition de l'électrode mise en jeu ait pour résultat de faire passer du sein du liquide sur cette électrode de l'électricité positive.

Le cuivre dans le sulfate de cuivre se comporte comme le zinc dans le sulfate de zinc. Seule, la grandeur de l'effet diffère : tandis que la modification de la force électromotrice observée dans mon appareil était, dans le cas du zinc, de l'ordre de 0,025 volt, elle n'était, dans le cas du cuivre, que de 0,005 volt environ.

Par contre, avec le cuivre dans le chlorure de cuivre, on obtient un effet inverse : l'électrode agitée devient moins positive (ou plus négative); en d'autres termes, l'index du galvanomètre se déplace comme si l'agitation de l'électrode mise en jeu faisait passer de l'électricité positive de cette électrode dans le liquide.

Avec le zinc, le phénomène dans le chlorure de zinc est de même sens que dans le sulfate de zinc.

Eu égard au sens du phénomène pour le cuivre dans le sulfate de cuivre

et pour le zinc dans le sulfate de zinc, on peut prévoir qu'étant donné un élément Daniell, on doit voir sa force électromotrice augmenter si l'on agite son électrode cuivre et diminuer si l'on agite son électrode zinc. C'est bien, en effet, ce que j'ai observé, ainsi que le montrent les chiffres suivants :

Élément Daniell.	Force électromotrice.	Différence.
	volt.	volt.
Au repos	1,0944	»
Cuivre agité	1,0990	+ 0,0046
Zinc agité	1,0754	— 0,0190
Au repos	1,0940	»

Les observateurs qui manient des éléments étalons et qui poursuivent dans leurs mesures les millièmes ou dix-millièmes de volt jugeront peut-être ce fait non dénué d'intérêt.

Il est probable que ce phénomène a compliqué plus ou moins, à l'insu des expérimentateurs, les mesures de forces électromotrices effectuées sur des appareils comportant un déplacement relatif d'un liquide et d'un ou deux électrodes : piles à gravité, électrodes à gouttes, cuves électrolytiques à électrodes tournantes ou à circulation de liquide, etc.

La généralité et la diversité du phénomène exigent une étude suivie. J'ai voulu simplement, dans cette première Note, le présenter dans son allure générale et ses traits essentiels.

PHYSIQUE. — *Sur les variations de transparence du quartz pour la lumière ultraviolette et sur la dissociation de la matière.* Note de M. **Gustave Le Bon**, présentée par M. H. Deslandres.

Dans une Note récente, MM. Courmont et Nogier font remarquer que le rendement en ultraviolet d'une lampe de quartz à mercure diminue rapidement et ils attribuent ce fait à l'opacité relative qu'acquiert le quartz soumis aux vapeurs de mercure.

Cette altération du quartz, que j'ai signalée il y a plusieurs années [1], s'observe avec des électrodes quelconques. Dans le but d'obtenir l'ultraviolet nécessaire pour étudier la dissociation de la matière dans cette région du spectre, je faisais éclater des étincelles entre des électrodes reliées aux armatures d'un condensateur entretenu par une bobine.

---

[1] Voir le résumé de ces recherches dans l'*Évolution de la matière*, 21e édition, p. 339.

Ces électrodes étaient placées dans une boîte fermée par une lame de quartz. Or, on observait toujours qu'au bout de 15 minutes environ, la lumière ultraviolette perdait beaucoup de son action. En recherchant les causes de ce phénomène, je constatai que le quartz se recouvrait de particules invisibles le rendant opaque pour toutes les longueurs d'onde inférieures à $0^{\mu},250$ environ. On lui rendait ses propriétés en le frottant avec un linge fin.

Tous les métaux employés comme électrodes : or, platine, cuivre, etc., produisent le même résultat. Il est probable qu'une lampe à quartz quelconque doit finir par donner un spectre qui n'est pas plus étendu dans l'ultraviolet que celui donné par la même lampe munie d'un verre mince. Impossible de rendre ses propriétés à une lampe de quartz, puisque c'est sa surface interne inaccessible qu'il faudrait pouvoir nettoyer.

Des lampes à mercure dont les parois seraient en verre mince rendraient vraisemblablement les mêmes services que des lampes en quartz usagé. Il en serait sans doute ainsi, d'abord parce que l'ultraviolet du spectre d'origine électrique a une grande intensité et ensuite parce que le verre en laisse passer beaucoup. Le spectre de l'ultraviolet de la lumière d'une simple lampe à incandescence protégée par un verre dépoli contient l'ultraviolet jusqu'à $0^{\mu},330$, un verre de 1^{mm} d'épaisseur laisse passer jusqu'à $0^{\mu},295$, un verre de $0^{mm},1$ jusqu'à $0^{\mu},252$. Cette dernière limite est à peu près celle obtenue avec du quartz ayant servi quelque temps.

MM. Courmont et Nogier signalent avec raison l'intensité des actions chimiques et physiologiques de l'ultraviolet. Sur les métaux cette action est considérable. Je l'ai constaté dans une série d'expériences ayant pour but de compléter celles que j'ai publiées dès 1897 (*Comptes rendus* de 1897, p. 755 et 895, et *Comptes rendus* de juillet 1902, p. 32). Ces premières expériences avaient montré que tous les corps frappés par la lumière solaire donnent naissance à des radiations de la famille des rayons cathodiques, phénomène alors insoupçonné. Faibles à la lumière du jour, sauf pour un petit nombre de corps, ces radiations deviennent abondantes pour tous les corps sans exception dans l'ultraviolet. L'action de ce dernier n'est pas cependant la même pour chaque corps. Elle est environ 10 fois moindre, par exemple, pour l'acier poli que pour l'aluminium.

En étudiant l'action dissociante de la lumière dans les diverses régions du spectre, j'ai constaté que cette action était généralement en raison inverse du pouvoir de pénétration de chacune d'elles. C'est ainsi, par exemple, que l'ultraviolet au-dessous de $0^{\mu},250$ est tellement peu pénétrant qu'une lame verre de $\frac{1}{10}$ de millimètre est opaque pour lui comme du plomb.

Cependant il dissocie les atomes de tous les corps avec une grande intensité. L'infra-rouge, au contraire, qui traverse facilement, comme je l'ai prouvé, la plupart des corps non conducteurs a une action dissociante à peu près nulle.

Je rappelle que mes expériences, vérifiées par William Ramsay dans un important Mémoire, ont prouvé depuis longtemps que les radiations émises par des corps quelconques frappés par la lumière étaient tout à fait comparables à celles émises par les corps radioactifs. Les seconds ne diffèrent des premiers que parce que l'émission est spontanée alors qu'il faut l'action de la lumière pour rendre actifs les premiers. Les propriétés radio-actives que donne aux corps la lumière solaire sont parfois très intenses. J'ai donné dans mon livre la composition d'alliages qui, à surface égale, sont 40 fois plus radioactifs que l'uranium. La radioactivité est, comme je n'ai cessé de le répéter depuis 14 ans, un phénomène absolument universel. Radioactivité spontanée et radioactivité provoquée sont des phénomènes du même ordre ne différant que par leur intensité.

THERMODYNAMIQUE. — *Sur la détente des vapeurs et la variation du rapport γ de leurs chaleurs spécifiques avec la température et la pression.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

Je me suis proposé [1] de calculer le rapport γ à moins de 1 pour 100 près. Cela suppose, d'une part, que l'intervalle des températures et, par conséquent, des pressions entre lesquelles se produit la détente de la vapeur considérée, est assez restreint pour que γ varie peu dans cet intervalle. Cela exige, d'autre part, en général et surtout au voisinage de la saturation, qu'on remplace dans le calcul la loi des gaz parfaits par une autre plus approchée.

La formule qui convient le mieux est certainement celle que j'ai appliquée à l'étude des volumes moléculaires, des coefficients de dilatation, etc. [2] :

$$\text{(5)} \qquad \mathrm{M}pv = \mathrm{RT}\varphi.$$

[1] Voir *Comptes rendus*, t. 152, p. 1752.

[2] *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1173, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XIX, 1899, p. 445 et suiv. — Dans la formule

$$\varphi = 1 - mp - np^2 = 1 - ez - e^2 u,$$

Je définis γ par la formule

$$C\,dT - \frac{C - c}{\frac{\partial p}{\partial T}}\,dp = 0, \tag{6}$$

et de la formule (1) je tire

$$\frac{\partial p}{\partial T} = \frac{p}{T}\left(1 + \frac{T}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial T}\right) : \left(1 - \frac{p}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial p}\right) = \frac{p}{T}(1 + \varepsilon). \tag{7}$$

L'application montre que, si $T_1 - T_2$ ne dépasse pas 20°, on peut attribuer à ε une valeur constante, calculée pour les valeurs moyennes de la température et de la pression pendant la détente.

A cette condition, de la formule (6) on tire

$$\frac{\gamma - 1}{\gamma} = (1 + \varepsilon)\frac{\log T_1 - \log T_2}{\log p' - \log p''}. \tag{8}$$

Revenons à l'équation (2) de ma précédente Note. Le travail le long de l'isotherme T_1 par exemple, entre p_1 et p', a pour expression, en tenant compte de (5),

$$\mathfrak{T}_1 = T_1\int_{p'}^{p_1} \frac{\partial v}{\partial T}\,dp = \frac{RT_1}{M}\int_{p'}^{p_1}\left(\varphi + T\frac{\partial \varphi}{\partial T}\right)\frac{dp}{p}, \tag{9}$$

et l'on peut, avec la restriction déjà faite relativement à l'étendue de la détente, remplacer $\left(\varphi + T\frac{\partial \varphi}{\partial T}\right)$ par sa valeur moyenne $(1 + \varepsilon_1)$ calculée pour T_1 et $\frac{1}{2}(p_1 + p')$. On a ainsi

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{R}{JM}(1 + \varepsilon_1)\mathcal{L}\frac{p_1}{p'}, \tag{10}$$

$e = 76$ fois la pression réduite, et z et u sont des fonctions de l'inverse χ de la température réduite.

Pour les gaz normaux, c'est-à-dire obéissant sensiblement à la loi des états correspondants, cette formule permet de calculer les volumes spécifiques à moins de $\frac{1}{2000}$ près à toute température et tant que la pression réduite ne dépasse pas 0,04, ce qui correspond à 8^{atm} pour l'eau et $1^{atm},5$ pour l'éther. On trouve aisément que

$$\varphi + T\frac{\partial \varphi}{\partial T} = 1 + e\left(\chi\frac{\partial z}{\partial \chi} - z\right) + e^2\left(\chi\frac{\partial u}{\partial \chi} - u\right),$$

$$\left(1 + \frac{T}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial T}\right) : \left(1 - \frac{p}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial p}\right) = 1 + e\left(\chi\frac{\partial z}{\partial \chi} - z\right) + e^2\left(\chi\frac{\partial u}{\partial \chi} - 2u\right).$$

et notre équation (2) peut s'écrire dans le cas général

$$(11)\quad a\mathcal{L}\frac{T_1}{T_2}+b(T_1-T_2)+\frac{L_1}{T_1}-\frac{L_2}{T_2}+\frac{R}{JM}\left[(1+\varepsilon_1)\mathcal{L}\frac{p_1}{p'}-(1+\varepsilon_2)\mathcal{L}\frac{p_2}{p''}\right]=0.$$

Bien qu'on doive calculer d'abord ε_2 puis p' et ε_1, ensuite ε et $\frac{\gamma-1}{\gamma}$, on peut écrire, en désignant par f la fraction de saturation à la fin de la détente (au commencement dans le cas de l'éther) et passant aux logarithmes vulgaires

$$(12)\quad \log\frac{p'}{p''}=\log\frac{p_1}{p_2}-\frac{1}{1+\varepsilon_1}$$
$$\times\left[\frac{L_2}{T_2}-\frac{L_1}{T_1}-a\mathcal{L}.10\times\log\frac{T_1}{T_2}-b(T_1-T_2)\right]\frac{JM}{R\mathcal{L}.10}-\frac{(\varepsilon_1-\varepsilon_2)}{1+\varepsilon_1}\log f.$$

Voici quelques-uns des nombres que j'ai calculés au moyen des formules (8) et (11), concernant surtout la vapeur d'eau, puis la benzine et l'éther.

	$\frac{JM}{R\mathcal{L}.10}$	Limites de température.	Limites de pression p'.	p''.	f.	γ.
Eau..........	3,936	150°-140°	299,5 cm	271,8	1	1,365
			150	136	$\frac{1}{2}$	1,336
			75,5	68	$\frac{1}{4}$	1,304
		140-120	180,7	149,1	1	1,387
		120-100	91	76	1	1,416
		100- 80	42,5	35,5	1	1,465
Benzine.......	17,06	100- 80	127	75,4	1	1,135
Éther.........	16,19	50- 40	127,6	76	1	1,075
			63,8	36,9	$\frac{1}{2}$	1,066

Je considère ces nombres comme approchés à moins de 0,01 près par défaut. En l'état actuel de nos connaissances relatives aux chaleurs de vaporisation, aux chaleurs spécifiques et aux pressions maxima, il serait illusoire de rechercher une plus haute approximation.

On voit que, conformément à ce qu'on sait des gaz, γ diminue par élévation de température et par abaissement de pression. On constate notamment que le γ de la vapeur d'eau, qui est 1,47 vers 90° sous la pression de $0^{atm},5$ (c'est-à-dire au voisinage de la saturation), tombe vers 145° ou 150°, sous la pression atmosphérique, à la valeur 1,31 qui convient au gaz carbonique à 0° sous cette même pression. Il se confirme une

fois de plus que le γ des gaz triatomiques, dans l'état parfait, ne saurait être 1,333 ([1]).

PHOTOMÉTRIE. — *Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée.* Note de MM. **A. Blondel** et **J. Rey**, présentée par M. E. Bouty.

Il importe, au point de vue de la limite de la portée des signaux brefs, de savoir suivant quelle loi, en fonction de l'intensité et du temps, une lumière brève produit sur la rétine la sensation minimum perceptible. Ce problème a autrefois semblé résolu par la loi de Bloch ([2]), analogue à la loi des impressions photographiques, et qui faisait dépendre la sensation limite du produit E t de l'éclairement par le temps (produit que nous appellerons, pour abréger, *quantité d'éclairement*). M. Charpentier ([3]) avait cru pouvoir fixer à cette loi un temps limite d'addition variant entre $\frac{1}{8}$ et $\frac{1}{10}$ de seconde; M. Mac Dougall ([4]) avait porté, pour des lumières faibles, cette durée jusqu'à $\frac{1}{5}$ de seconde environ.

Mais cette conception d'une limite de perception relativement courte a été contredite par des travaux plus récents; c'est ainsi que, dans des expériences de MM. Broca et Sulzer ([5]), le temps nécessaire pour la sensation permanente a varié entre 1 et 2,5 secondes, et que, dans des expériences de M. Ribière ([6]), la portée d'un éclat a continué à augmenter avec lenteur depuis la durée de 0,25 seconde jusqu'à 1,78 seconde sans atteindre la portée de la même lumière à l'état fixe.

Nous avons été ainsi conduits à induire que la loi de Bloch ne peut s'appliquer qu'à des lumières fortes, que la durée de perception d'une lumière juste capable de produire le seuil de la sensation doit être supposée infinie, et que la loi de perception limite doit donc être de la forme $(E - E_0)\,t = \text{const.}$

Nous avons pu le vérifier par une étude expérimentale complète du seuil

---

([1]) Voir *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. XVII, 1899, p. 493. J'ai calculé pour ce γ limite : 1,267 (*Ibid.*, p. 502).

([2]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 8e série, t. II, 1885, p. 495.

([3]) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. II, 1887, p. 5.

([4]) *Journal of Psychology*, vol. I, Part 2, june 1904.

([5]) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, juillet 1902.

([6]) *Phares et Signaux maritimes*, p. 15.

de la sensation produit par les lumières brèves, en faisant varier l'intensité lumineuse et la durée de perception en sens opposés, de façon à reproduire pour chaque observateur la sensation minima. En ayant soin de prendre un grand nombre d'observateurs et de rapporter pour chacun d'eux respectivement les éclairements à son éclairement minimum, pris comme étalon, nous avons pu établir des moyennes assez satisfaisantes pour pouvoir en déduire véritablement une loi (¹).

Les éclats produits se succédaient à des intervalles T assez grands (3 à 5 secondes) pour qu'on n'ait pas à craindre d'influence mutuelle; nous avons opéré par égalisation de deux éclats brefs et non d'un éclat bref avec une lumière fixe. La durée t des éclats a varié depuis $\frac{1}{1000}$ de seconde jusqu'à 1 seconde, et, exceptionnellement, jusqu'à 3 secondes. Les résultats ont été traduits sous forme graphique, en portant en ordonnées les produits $\mathrm{E}t$ de l'éclairement par le temps nécessaire à l'impression minima, et en abscisses les temps t eux-mêmes. Les points ainsi obtenus se sont trouvés alignés très sensiblement suivant une ligne droite, ce qui prouve que le produit $\mathrm{E}t$ est, non pas une constante, mais une fonction linéaire de la forme

$$\mathrm{E}t = \mathrm{E}_0(a + t), \tag{1}$$

ou

$$(\mathrm{E} - \mathrm{E}_0)\, t = a\mathrm{E}_0, \tag{2}$$

en appelant E_0 une constante, qui doit représenter l'éclairement de la lumière minima découvrable en régime permanent, et a une constante de temps, pour laquelle nous avons trouvé la valeur moyenne $0^s,21$. L'équation (2) est précisément conforme à la loi que nous avions prévue; si l'on porte en ordonnées E au lieu de $\mathrm{E}t$, elle se traduit graphiquement en fonction de E et de t par une hyperbole équilatère, ayant pour asymptote verticale l'axe des ordonnées et pour asymptote horizontale une droite correspondant à la constante d'éclairement minimum E_0.

On peut écrire la même loi sous la forme $\frac{\mathrm{E}}{\mathrm{E}_0} = 1 + \frac{0,21}{t}$. Elle indique alors le rapport suivant lequel il faut augmenter l'intensité d'une lumière d'abord fixe pour réaliser en lumière brève la même portée, quand la durée de l'éclat est réduite à t seconde. Avec la loi de Bloch, qui, pour les lumières très brèves et intenses, doit donner sensiblement les mêmes résultats, on aurait seulement $\frac{\mathrm{E}'}{\mathrm{E}_0} = \frac{0,21}{t}$. Ceci montre

(¹) Nous avons établi différents dispositifs expérimentaux, dont un surtout avec le concours de M. Marsat, ingénieur; les principales mesures et les calculs ont été exécutés avec le concours de M. Georges Guy, ingénieur, ancien élève de l'École Polytechnique. La description complète des expériences et la discussion des résultats pratiques qui s'en déduisent seront exposées dans un Mémoire détaillé, actuellement sous presse.

combien la loi nouvelle exige des intensités plus fortes pour une même portée que la loi de Bloch, quand la durée de l'éclat va en croissant.

L'impression limite à grande distance dépend de la différence de deux produits $Et - E_0 t$. Si chaque éclat est produit en accumulant par un appareil optique, pendant un temps donné T, le flux débité par une source donnée, la *quantité d'éclairement* Et, contenue dans l'éclat, est une quantité proportionnelle à T et indépendante de t; il y a donc, dans ce cas, intérêt, pour la meilleure utilisation de la source de lumière, à concentrer les éclats dans le temps t le plus court possible.

Pour calculer l'effet utile d'un éclat non homogène, c'est-à-dire dont l'intensité à l'horizon I_h varie en fonction du temps, il suffira de même d'intégrer la *quantité d'éclairement* que reçoit la pupille entre les temps variables avec la distance t_2 et t_1 où l'éclairement dépasse l'éclairement limite E_0. La limite de la portée est donc donnée par la condition

$$\int_{t_1}^{t_2} (E - E_0)\, dt = a E_0.$$

On voit ainsi qu'une lumière *fixe*, capable de produire la même portée, doit avoir une intensité à l'horizon

$$I'_h = \frac{\int_{t_1}^{t_2} T_h\, dt}{a + (t_2 - t_1)}.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Pouvoir rotatoire spécifique du camphre dissous dans l'acétone.* Note de M. H. MALOSSE, présentée par M. Armand Gautier.

t désignant la température,
d_4^t, la densité des solutions,
c, les grammes de camphre dans 100^{cm^3} de solution,
p, les grammes de camphre dans 100^g de solution,
q, les grammes d'acétone dans 100^g de solution,
α_D^t, la rotation observée (polarimètre de Lippich, tube de 2^{dm}, moyenne de 10 déterminations concordantes),
$[\alpha]_D^t$, le pouvoir rotatoire spécifique du camphre,

les résultats de mes expériences sont résumés dans le Tableau ci-après :

t.	d^t_4.	c.	p.	q.	α^t_D.	$[\alpha]^t_D$.
13,7	0,87507	40,7410	46,5573	53,4427	41,188	50,549
13,7	0,85355	27,5673	32,2926	67,7074	27,437	49,665
13,7	0,83880	18,6984	22,2887	77,7113	18,371	49,133
13,7	0,82864	12,5190	15,1079	84,8921	12,212	48,773
14,3	0,82166	8,4604	10,2967	89,7033	8,242	48,709
14,3	0,81709	5,7394	7,0242	92,9758	5,614	48,900
14,3	0,81346	3,8695	4,7570	95,2430	3,809	49,211
14,8	0,81100	2,6196	3,2300	96,7700	2,594	49,511
17	0,80887	2,1344	2,6485	97,3515	2,119	49,639
17,4	0,80708	1,7758	2,2003	97,7997	1,765	49,695
17	0,80633	1,1914	1,4776	98,5223	1,190	49,960
25,2	0,79763	1,0684	1,3398	98,6602	1,070	50,070

D'après ces observations, pendant que q croît de 53,44 à 98,66, $[\alpha]_D$ décroît à partir de 50,55, atteint un minimum égal à 48,71 pour $q = 89,7$ et croît ensuite jusqu'à 50,07.

La courbe construite d'après les données numériques ci-dessus montre bien la marche du phénomène.

Cette marche correspond à l'équation

$$[\alpha]_D = 54,92 - 0,098q + 0,0003q^2$$

lorque q passe de 53,44 aux environs de 55; elle répond à l'équation

$$[\alpha]_D = 193,37 - 3,2087q + 0,0178q^2$$

lorsque q passe d'environ 90 à 98,66.

La première partie de la courbe ne s'écarte d'ailleurs pas beaucoup d'une droite ayant pour équation

$$[\alpha]_D = 53,64 - 0,057323q.$$

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'extension des lois de la capillarité aux cas où les éléments du système capillaire sont mobiles les uns par rapport aux autres; extension conduisant à donner une nouvelle image du phénomène de gonflement des bois desséchés, de la dissolution des gommes, albumines, etc. et des vraies solutions.* Note de M. **J.-H. Russenberger**, présentée par M. A. Dastre.

On sait que certaines substances poreuses, mises en présence d'un liquide, absorbent celui-ci, se gonflent, et peuvent finir par se dissoudre entièrement dans ce liquide.

Les problèmes d'apparence très complexe que présentent ces phénomènes, sont considérablement simplifiés, lorsqu'on prend soin d'examiner successivement chacun de ces phénomènes en l'absence des autres. On arrive ainsi à démontrer très facilement que tout se passe *comme si les lois de la capillarité, que nous observons dans des appareils de dimensions relativement grandes, s'appliquaient encore à des éléments mobiles et considérablement plus petits*, pouvant atteindre jusqu'à la petitesse des molécules.

Le cas général de l'absorption des liquides, sans gonflement ni dissolution du système absorbant, a déjà été étudié. J'ai montré les résultats auxquels on arrivait en comparant les corps poreux à des machines élévatoires ou à des accumulateurs d'énergie, et en effectuant sur eux quelques-unes des mesures de force, de puissance, etc., qu'on a l'habitude de faire sur ces appareils (*Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 275). Mes résultats et ceux d'autres auteurs se sont d'ailleurs trouvés d'accord avec une théorie qui supposait que le liquide montait dans les corps poreux, comme dans les tubes capillaires, à la hauteur indiquée par la loi de Jurin, la vitesse d'ascension étant donnée par une formule analogue à celle de Poiseuille (*Bulletin Société de Physique*, fascicule IV, 1910, p. 20).

J'examinerai dans cette Note ce qui se passe, une fois le corps imbibé de ce liquide, ses éléments étant mobiles.

Deux lames plongées dans un liquide ont une tendance à s'écarter l'une de l'autre; elles ne se rapprochent que dans certaines conditions, d'ailleurs mal spécifiées dans les ouvrages classiques.

J'ai plongé des piles de lames de mica, d'aluminium, de plomb, de papier, de gutta-percha, etc., dans de l'eau, et j'ai toujours observé une augmentation de hauteur de la pile dans les conditions de l'observation (lames placées horizontalement, piles de 50 à 200 lames, faible ressort antagoniste); l'augmentation atteignait au maximum 80^{μ} par lame avec le mica, 10^{μ} par lame avec le plomb.

Il est d'ailleurs d'observation courante que le *coton hydrophile occupe un espace d'autant plus considérable qu'on met davantage d'eau à sa disposition*.

Par des considérations théoriques, nous serions arrivés aux mêmes conclusions.

Qualitativement, on peut donc bien attribuer le phénomène de gonflement et, par suite, celui de dissolution à des phénomènes capillaires. Les observations ci-dessus indiquent de plus qu'en cas de dissolution, la répartition des molécules doit tendre à devenir uniforme, le liquide se dirigeant vers les parties où les molécules (c'est-à-dire les petites lames) sont le plus nombreuses.

Si maintenant, dans les appareils de mesure de force, puissance, etc., antérieurement décrits, nous remplaçons la toile métallique qui retenait la sciure ou le coton, par une membrane semi-perméable à très grande surface, qui retienne les micelles ou les molécules, sans retarder sensiblement

l'arrivée du liquide, nous construisons des sortes d'osmomètres et nous pourrons *mesurer* les phénomènes.

De telles mesures ont déjà été faites; elles ont permis de dire « que tout se passait comme si les molécules des corps dissous se comportaient à la façon des molécules d'un gaz ». Ces mêmes mesures permettront-elles de dire que « tout se passe comme si le corps dissous se comportait à la façon d'un système capillaire qui se gonfle en s'imbibant du liquide »? C'est ce que nous allons examiner.

Nous savons que la hauteur *h*, à laquelle s'élève un liquide entre deux lames parallèles, augmente en raison inverse de la distance des lames; il est donc permis de dire que le poids du liquide soulevé n'est proportionnel qu'à : 1° *la longueur de la ligne* qui sépare la partie mouillée des lames de la partie sèche; et 2° *à la force d'attraction* (par unité de longueur de cette ligne) qui existe entre le liquide et le solide (si nous ne considérons que le volume limité par la surface projetant verticalement la ligne sustentatrice).

Or, si nous soulevons le liquide à l'aide de cylindres ou de sphères, la longueur de la ligne sustentatrice sera proportionnelle à la longueur des circonférences de contact, mais la force d'attraction sera inversement proportionnelle aux rayons, la tension superficielle étant constante, le poids du liquide soulevé ne dépendra donc que du nombre des sphères ou des cylindres, et nullement de leur diamètre. Si les sphères ou les cylindres sont répartis uniformément et que l'on considère le poids de liquide soulevé par unité de surface, on voit que c'est la *hauteur* du liquide soulevé qui *ne dépend que du nombre* et non du diamètre des sphères et cylindres.

Comparées à de petites sphères, les micelles ou molécules réparties uniformément dans l'osmomètre ne pourront se *gonfler* vers le haut (en absorbant le liquide mis à leur disposition) que jusqu'à ce que la hauteur du liquide soulevé ait atteint cette valeur limite, qui ne dépend donc que de leur concentration et non de leur nature (si la tension superficielle est constante).

Notre hypothèse est donc bien d'accord avec les mesures de *pression osmotique*.

Nous pouvons aller encore plus loin, en comparant ici encore notre système capillaire à un accumulateur d'énergie, nous voyons que : pour lui rendre une partie de l'énergie qu'il vient de fournir pour porter l'eau à une certaine hauteur, nous devons extraire ce liquide du système. Si nous cherchons à faire cette extraction par évaporation ou par congélation, nous voyons que : pour satisfaire au principe de l'impossibilité du mouvement perpétuel, ces opérations devront se faire d'autant plus difficilement que le nombre des micelles ou des molécules est plus grand, et cela quelle que soit leur nature.

Ici encore, notre hypothèse est d'accord avec les expériences de cryoscopie et d'ébulloscopie.

A tous les points de vue que nous avons examinés, les *fausses solutions* et les *solutions véritables* sont donc comparables à des systèmes poreux plus ou moins imbibés de liquide.

Sans nous occuper dans cette Note de ce qui se passe lorsque la température varie, et sans émettre aucun doute sur l'exactitude ou l'utilité des images précédemment proposées (ce qui serait d'ailleurs bien inutile), il m'a paru intéressant de signaler déjà celle-ci qui sera peut-être de quelque utilité pour prévoir de nouveaux faits et conduire à de nouvelles expériences. Dans un domaine aussi vaste, plus il y aura d'images exactes, mieux cela vaudra.

De plus, je signalerai tout particulièrement à l'attention des physiciens les nombreuses expériences à faire que semble indiquer le rapprochement des diverses images, puisqu'il conduit à comparer *les gaz à des systèmes poreux imbibés d'éther* ou à attribuer l'ascension des liquides dans les tubes capillaires au mouvement cinétique des molécules, etc.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques prétendus chlorures d'iridium; chlorures condensés.* Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. Armand Gautier.

D'après les travaux antérieurs, la plupart assez anciens, la littérature chimique mentionne un tétrachlorure iridique $IrCl^4$, un chlorure irideux hydraté $IrCl^3, 4H^2O$ et un autre, anhydre, $IrCl^3$, auxquels il faut ajouter l'acide tétrachloro-irideux $IrCl^4H$ tout récemment décrit par M. Duffour[1]. Je m'attacherai surtout, en dehors d'une plus juste appréciation de leur composition, à faire ressortir que les trois premiers chlorures d'iridium présentent la propriété de se condenser.

I. *Tétrachlorure.* — D'après de très nombreux auteurs, le chlorure iridique est un composé amorphe auquel on attribue généralement la formule $IrCl^4$. Ce composé ne se forme pas par voie humide : dans les conditions les moins ménagées de préparation, j'ai toujours trouvé un rapport $Cl : Ir > 4$.

Il est relativement aisé en évaporant sur l'acide sulfurique le produit de l'action du chlore sur le chloro-iridate d'ammonium d'obtenir l'acide hexachloro-iridique hexahydraté *cristallisé* $IrCl^6H^2 + 6H^2O$, correspondant à l'acide chloro-platinique; il faut seulement avoir soin que l'acide sulfurique arrive à une concentration finale d'environ 70 pour 100, un acide plus desséchant provoquant une faible décomposition.

L'acide chloro-iridique hexahydraté se présente en masses noires complètement

(1) A. Duffour, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1393.

cristallisées, d'une extrême déliquescence, très solubles dans l'eau et les alcools, solubles dans l'alcool éthéré, l'acétone, l'acide acétique, à peine solubles dans l'éther, insolubles dans le chloroforme. Il fond au-dessous de 100° et recristallise par refroidissement à peine altéré; mais chauffé plus longtemps à 100°, puis à 150°, 200°, 250° dans un courant d'air sec, il perd de plus en plus d'eau, de chlore et d'acide chlorhydrique en se boursoufflant d'abord et se changeant ensuite en masses noires, amorphes, brillantes, friables, dont la composition se traduit empiriquement par les formules suivantes :

$$IrCl^{3,84}(HCl)^{1,66}(H^2O)^{4,50}$$ à 100° (air ordinaire);

$$IrCl^{3,54}(HCl)^{0,66}(H^2O)^{1,50}$$ à 100° (air sec);

$$IrCl^{3,50}(HCl)^{0,40}(H^2O)^{0,50}$$ à 150° (air sec);

$$IrCl^{3,4}(HCl)^{0,05}$$ à 200° et 250° (air sec).

Le premier de ces produits se dissout instantanément dans l'eau en donnant une solution brune qui présente sensiblement les réactions de l'acide chloro-iridique; le deuxième se dissout très rapidement en violet; les autres ne se dissolvent qu'après un contact prolongé (plusieurs heures) en donnant des solutions bleues. Les solutions violettes ou bleues n'ont pas les propriétés de l'acide chloro-iridique.

II. *Chlorure irideux hydraté.* — D'après le dictionnaire de Wurtz (et la plupart des auteurs français), Claus aurait préparé un composé cristallisé $IrCl^3, 4H^2O$. En réalité, dans son Mémoire [1], Claus ne parle nullement de composé cristallisé et dit même ne donner sa formule que sous toute réserve, car les données analytiques lui manquent. Ce corps n'existe probablement pas.

Si l'on réduit par l'alcool aqueux bouillant une solution d'acide chloro-iridique, ou si l'on décompose du chloro-iridite d'argent par l'acide chlorhydrique, on obtient des solutions dont la concentration ne conduit en aucun cas, à froid ou à chaud, au simple trichlorure hydraté. On arrive toujours à des composés de la forme $IrCl^3, mHCl, nH^2O$ (où m est < 1), lesquels se présentent, après évaporation terminée sur SO^4H^2, en masses amorphes, vitreuses, de couleur indéfinissable, vert jaunâtre à rouge brun suivant l'épaisseur, très hygroscopiques, très solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool. Leur solution aqueuse, *acide*, de couleur jaune à reflets verdâtres, n'a pas les caractères qu'on devrait attribuer à un acide chloro-irideux véritable, mais elle les acquiert si on la fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique, c'est-à-dire qu'elle donne alors des chloro-iridites avec les chlorures alcalins et de l'acide chloro-iridique avec le chlore. Elle précipite le nitrate d'argent en donnant des flocons jaunâtres de formule empirique $IrCl^3, mAgCl, pAgOH, n'H^2O$, contenant plus d'argent que n'en comporte

(1) A. Claus, *J. f. prakt. Chem.*, t. LXXX, 1860, p. 282.

l'excès de chlore du composé après qu'on a retranché ce qu'il faut pour $IrCl^3$. Ceci s'explique aisément par la *tautomérisation* de groupes H^2O en $(OH)H$ acides et trouve sa justification complète en ce que l'aquopentachloro-iridite d'ammonium $[Ir(H^2O)Cl^5](NH^4)^2$ conduit par le nitrate d'argent à un hydroxypentachloro-iridite triargentique $[Ir(OH)Cl^5]Ag^3$.

Les composés que j'ai préparés présentent assez nettement les propriétés de l'acide tétrachloro-irideux de M. Duffour, sans avoir la composition régulière que cet acide doit évidemment aux conditions extrêmement ménagées dans lesquelles il a été produit.

Chauffés à 100°, 200°, ils perdent de l'eau et de l'acide chlorhydrique et deviennent de plus en plus lentement solubles après s'être gonflés au contact de l'eau; un produit de composition initiale $IrCl^3(HCl)^{0,75}(H^2O)^{2,0}$ est devenu, à 200°, $IrCl^3(HCl)^{0,07}(H^2O)^{0,4}$. Ces produits, même avant chauffage, sont condensés : ainsi $IrCl^3(HCl)^{0,75}(H^2O)^{2,6}$ a donné par cryoscopie $M = 390$; par chauffage à 100°, il est devenu $IrCl^3(HCl)^{0,4}(H^2O)^{1,1}$ dont la solution après 15 heures a fourni $M = 600$, puis après 40 heures $M = 380$. Ces résultats, si l'on fait intervenir la considération que les composés en question renferment encore des ions H, ne peuvent s'interpréter qu'en admettant que la molécule, même dissoute, contient plusieurs atomes d'iridium.

III. *Trichlorure anhydre de Claus.* — J'ai laissé de côté le vrai chlorure anhydre préparé par Leidié (¹) pour ne m'occuper que du produit obtenu sous forme de poudre jaunâtre lorsqu'on chauffe un chloro-iridite avec de l'acide sulfurique et dont Claus (*loc. cit.*) a dit que c'était du chlorure anhydre, donc $IrCl^3$, insoluble dans les acides et les alcalis. Il m'a été impossible d'obtenir un chlorure anhydre dans les conditions indiquées.

J'ai fait agir l'acide sulfurique pur à des températures et pendant des temps variables sur une solution concentrée de chloro-iridite de sodium. A 175°, la composition empirique du produit desséché à 103° est $IrCl^3(HCl)^{0,54}$, $(SO^4H^2)^{0,018}$, $(H^2O)^{1,7}$ pour devenir $IrCl^{2,37}(OH)^{0,63}(SO^4H^2)^{0,44}(H^2O)^{0,25}$, si l'on porte l'acide à l'ébullition jusqu'à coloration bleue. A des températures intermédiaires, les compositions sont intermédiaires et l'on assiste pour ainsi dire à l'introduction progressive de l'acide sulfurique dans la molécule iridiée. En même temps on voit la dissolubilité s'amoindrir : le composé préparé à 175° se dissout rapidement dans l'eau chaude, tandis que celui qui a bouilli avec SO^4H^2 ne se dissout que partiellement après une longue ébullition. Ces composés sont solubles dans les alcalis.

(¹) E. Leidié, *Comptes rendus*, t. 129, 1899, p. 1249.

IV. En résumé, dans les trois cas examinés, on passe progressivement de composés rapidement solubles à des composés qui le sont moins. Ces phénomènes résultent de condensations successives indéniables, bien qu'il soit difficile d'en donner une expression quantitative exacte. Impossibles à concevoir avec les notions courantes de la valence, ils le deviennent si l'on accepte avec Blomstrand que Cl^2 joue un rôle analogue à O, ou si l'on admet, suivant les théories de M. Werner, que le départ d'une molécule d'eau ou d'acide chlorhydrique dans un complexe coordinativement saturé est accompagné de son remplacement par une autre molécule, qui est ici la molécule primitive ou cette molécule déjà modifiée; ces théories donnent ainsi raison aux conceptions générales de M. Berthelot sur les substitutions.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le dihydrate uranique*. Note de MM. **Œchsner de Coninck** et **Raynaud**, présentée par M. Armand Gautier.

Le dihydrate uranique, $UO^3, 2H^2O$ qui nous a servi dans nos expériences, a été préparé : 1° par le procédé d'Ebelmen, qui consiste à décomposer par les radiations solaires une solution aqueuse d'oxalate d'uranyle; 2° par le procédé que l'un de nous a fait connaître, et qui consiste à traiter l'oxyde uraneux par l'eau oxygénée tiède [1].

Le dihydrate uranique, ainsi obtenu, est pur; il se présente sous la forme d'une poudre jaune pâle, bien homogène.

Nous l'avons analysé en déterminant pondéralement le rapport $\frac{UO^3, 2H^2O}{UO^2}$.

L'expérience se fait, au rouge, en réduisant $UO^3, 2H^2O$ par un courant d'hydrogène.

Rapport $\frac{UO^3, 2H^2O}{UO^2}$.	Trouvé I.	Trouvé II.
1,19224	1,1915	1,1917

Chauffé progressivement et lentement à l'abri de l'air, le dihydrate d'uranyle perd 1 molécule H^2O, et se transforme en monohydrate jaune orangé, UO^3H^2O. Il ne perd la deuxième molécule d'eau que beaucoup plus haut et non sans subir un commencement de décomposition qui se traduit par une légère perte d'oxygène.

(1) $UO^3, 2H^2O = H^2O + UO^3, H^2O,$

(2) $UO^3, H^2O = H^2O + UO^3,$

(3) $UO^3 = O + UO^2.$

(1) A. F. A. S., Congrès de Lille, août 1909.

Nos expériences confirment donc pleinement celles, déjà anciennes, de Malaguti et sont en léger désaccord avec celles d'Ebelmen.

Comme nous avions un corps très pur entre les mains, et, comme la réduction du dihydrate, au rouge, par l'hydrogène pur, est chose aisée, nous avons déterminé le poids moléculaire d'UO^2 par ce procédé. Voici nos résultats :

			Trouvé.	Théorie.
(1)	$UO^3, 2H^2O$	0,6555 g	270,59	270,5 (1)
	UO^3	0,55		
(2)	$UO^3, 2H^2O$	0,5483	270,56	
	UO^2	0,46		
(3)	$UO^3, 2H^2O$	0,3658	270,31	
	UO^2	0,3066		
(4)	$UO^3, 2H^2O$	0,4528	270,64	
	UO^2	0,380		
(5)	$UO^3, 2H^2O$	0,5550	270,20	
	UO^2	0,465		

La moyenne de ces cinq déterminations est 270,46 (2).

CHIMIE. — *Sur les aciers au chrome*. Note de M. **Portevin**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les études faites sur les aciers au chrome ont signalé que ceux à 0,1 pour 100 de carbone environ étaient martensitiques de 7 à 22 pour 100 de chrome (3), ce qui indique un intervalle de transformation à basse température au refroidissement.

Or l'action d'un élément spécial comme le chrome sur un acier peut avoir un double effet sur les points de transformation :

1° Déplacer les températures d'équilibre ; 2° modifier les vitesses d'équilibre et par suite l'hystérésis. Si la température d'équilibre ne dépend que de la composition chimique, l'hystérésis par contre diminue avec la vitesse de refroidissement et l'on peut se demander si avec un refroidissement suffisamment lent on n'arrive pas à relever l'intervalle de transformation suffisamment pour faire disparaître la martensite et obtenir ainsi les structures

(1) U = 238,5.

(2) Recherches de l'Institut de Chimie de Montpellier.

(3) Guillet, *Les aciers au chrome* (*Rev. de Métal.*, t. I, 1904, p. 155).

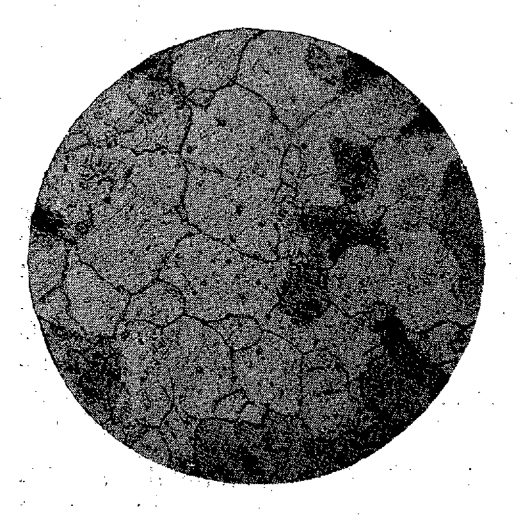
d'équilibre ou au moins des structures beaucoup plus voisines de celles correspondant à l'équilibre physico-chimique.

Dans ce but on a chauffé à 1300° deux échantillons d'acier au chrome et on les a laissé refroidir dans des conditions telles que l'intervalle 1300°-100° a été franchi en 75 heures; après ce traitement les aciers ont été analysés, examinés au microscope et l'on a mesuré leur dureté.

L'analyse a donné :

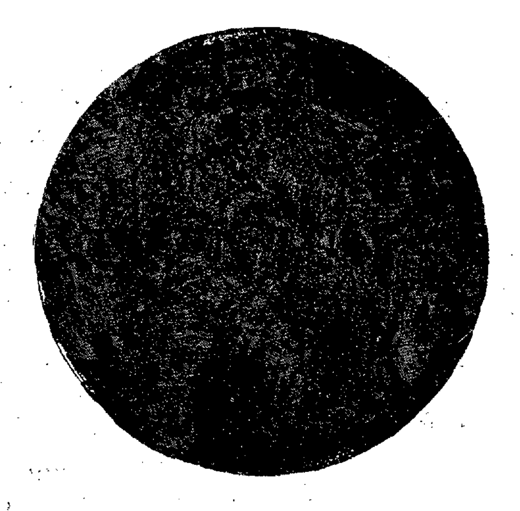
		Pour 100.
Acier 1	Carbone	0,12
	Chrome	13,04
Acier 2	Carbone	0,12
	Chrome	17,38

L'examen au microscope, après attaque de 2 minutes à l'eau régale glycérinée, révèle une structure à grains analogues à la ferrite traversés par des filaments qui sont vraisemblablement un carbure et qui sont rassemblés par place en présentant l'aspect bien connu des eutectiques, l'ensemble rappelle un acier doux au carbone dans lequel les lamelles cémentite de la perlite auraient commencé à s'isoler au milieu de la ferrite de première ségrégation (*fig.* 1).



Gr. = 200.

Fig. 1. — Acier à 0,12 pour 100 C et 17,38 pour 100 Cr après un refroidissement de 72 heures de 1300° à 50°; attaque de 2 minutes à l'eau régale glycérinée.



Gr. = 200.

Fig. 2. — Le même acier après un nouveau recuit à 1100° et un refroidissement d'une durée de 4 heures; attaque de 2 minutes à l'eau régale glycérinée.

La dureté de ces aciers est comparable à celle des aciers demi-durs ordinaires au carbone recuits; on obtient 140 en moyenne comme chiffre de Brinell et 20 à 25 comme valeur de rebondissement au scléroscope Shore.

Ces caractéristiques diffèrent donc très nettement de celles décrites jusqu'à présent pour les aciers; afin de retrouver ces dernières on a recuit ces échantillons à 1100° dans les conditions de la pratique industrielle, c'est-à-dire avec une durée de refroidissement de 4 heures et l'on a alors obtenu une structure martensitique avec quelques traces de troostite (*fig.* 2); le chiffre de dureté au scléroscope Shore a doublé et le chiffre de dureté Brinell a triplé; le résultat de ce traitement est en tous points comparable à celui d'une trempe sur un acier préalablement perlitique.

On peut donc dire que la présence de martensite, constituant de transition dans les aciers au chrome à basse teneur en carbone, caractérise bien un état hors d'équilibre et qu'on peut faire disparaître complètement ce constituant en refroidissant suffisamment lentement ces aciers.

Après un tel traitement, ces aciers ont une structure et une dureté se rapprochant de celle des aciers ordinaires au carbone recuits, et un nouveau recuit dans les conditions habituelles, que ce terme désigne actuellement dans la pratique, produit sur ces aciers l'effet d'une trempe en faisant apparaître la martensite et augmentant considérablement la dureté.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les carbonates de thorium.* Note de M. **Ed. Chauvenet**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les carbonates de thorium ont été jusqu'ici très peu étudiés; il est vrai que Berzélius et Chydénius ont signalé un précipité blanc qui se forme lorsqu'on traite par un carbonate alcalin une dissolution d'un sel de thorium, mais ces produits sont considérés par Etard (¹) comme n'ayant pas une composition certaine. D'autre part, il est mentionné, dans les différentes monographies du thorium, que la thorine possède la propriété d'absorber le gaz carbonique de l'air, mais aucune mesure relative à cette absorption n'avait été indiquée, et cependant l'absorption de CO^2 par l'hydrate thorique est considérable ainsi que je l'ai montré récemment (²).

Tels sont les seuls faits connus; aussi ai-je repris l'étude des combinaisons carbonatées du thorium et voici les résultats obtenus. J'étudierai successivement l'action du gaz carbonique sur la thorine et l'action d'un carbonate alcalin sur un sel de thorium.

I. *Action directe de* CO^2 *sur la thorine soit hydratée, soit anhydre.* —

(¹) Moissan, *Traité de Chimie minérale*, t. III, p. 882.
(²) *Thèse de doctorat ès sciences*, Paris, 1911, p. 57.

Soumis à l'action de CO^2 sous la pression ordinaire, $Th(OH)^4$ absorbe rapidement 5 à 6 pour 100 de gaz carbonique, puis l'absorption devient lente et elle s'arrête à 7,14 pour 100; à ce moment, la substance possède la composition $CO^4Th, ThO^2, 4H^2O$ ou $CO^2, 2Th(OH)^4$: c'est un orthocarbonate basique hydraté. D'autre part, si l'on place ce composé dans CO^2 sous la pression de 30^{atm} à 40^{atm}, ce corps absorbe encore du gaz carbonique jusqu'à saturation, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il soit entièrement transformé en orthocarbonate neutre hydraté $CO^4Th, 2H^2O$. Donc sous la pression ordinaire l'hydrate toxique ne se carbonate qu'à moitié et la carbonatation ne devient complète que sous une pression assez considérable. Quant à la thorine anhydre, si elle a été obtenue par calcination au rouge, elle refuse de se combiner à l'anhydride carbonique; mais il n'en est pas de même si elle a été préparée vers 430°. En effet, elle absorbe alors CO^2, lentement sous 1^{atm}, plus vite sous 30^{atm}, et la composition de ce carbonate anhydre se fixe à $CO^4Th, 6ThO^2$. Il n'est pas possible de dépasser cette limite et d'avoir par conséquent un carbonate moins basique et, encore moins, un carbonate neutre.

Au point de vue pratique, il résulte, de la tendance très accusée que possède $Th(OH)^4$ à absorber CO^2, qu'on doit soigneusement manipuler les hydrates de thorium à l'abri du gaz carbonique de l'air. J'ai pu vérifier en effet qu'un échantillon de $Th(OH)^4$ préparé et manipulé à l'air renfermait jusqu'à 4 pour 100 de CO^2, soit 65 pour 100 environ de $CO^2, 2Th(OH)^4$.

II. *Action d'un carbonate alcalin sur un sel de thorium.* — En traitant un sel de thorium par une dissolution de carbonate de sodium, on constate la formation du précipité blanc signalé par Berzélius et par Chydénius, lequel précipité, séché à l'air jusqu'à poids constant, a pour composition $CO^4Th, 8H^2O$; si on le soumet à l'action du vide sec, cet hydrate perd $6H^2O$ et donne encore $CO^4Th, 2H^2O$, dérivé identique à celui que j'ai précédemment décrit et qu'on obtient en faisant agir CO^2 sous pression sur $Th(OH)^4$.

Cette combinaison n'est stable qu'à une température inférieure à 50°, car, dès qu'on dépasse cette limite, elle perd en partie CO^2 et H^2O et, vers 120°, on obtient, lorsque la perte de poids devient constante, le carbonate basique $CO^4Th, ThO^2, 1,5H^2O$. Si l'on élève encore la température, le corps précédent devient plus basique, tout en retenant toujours une partie

de son eau et, vers 240°, il donne naissance à la combinaison

$$CO^4Th, 3ThO^2, H^2O.$$

Enfin, à une température supérieure à 300°, ce dernier produit devient $(ThO^2)^4, H^2O$, composé qu'il faut chauffer à 430° pour obtenir ThO^2 anhydre. Ce mode de décomposition met bien en évidence la stabilité des hydrates des combinaisons du thorium, stabilité que possèdent aussi ses dérivés halogénés hydratés.

En résumé, l'acide carbonique se combine à l'oxyde de thorium pour donner des ortho carbonates, soit neutres mais hydratés, soit basiques hydratés ou anhydres; je n'ai pas pu obtenir l'ortho carbonate neutre. Enfin, l'action de la chaleur transforme les carbonates neutres hydratés en combinaisons basiques hydratées

$$CO^4Th, ThO^2, 1,5H^2O \quad \text{et} \quad CO^4Th, 3ThO^2, H^2O.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation de la carvone.* Note [1] de M. G. VAVON, présentée par M. A. Haller.

La carvone $C^{10}H^{14}O$ possède deux doubles liaisons identiques à celles du limonène; or j'ai montré précédemment [2] qu'en employant le noir de platine comme catalyseur, on pouvait fixer à volonté 2^{at} ou 4^{at} d'hydrogène sur la molécule de ce carbure; il était naturel de penser que la carvone se comporterait d'une façon semblable. L'expérience a confirmé pleinement cette manière de voir; on peut en effet fixer sur la carvone 2^{at}, 4^{at} et même 6^{at} d'hydrogène pour obtenir la carvotanacétone, la tétrahydrocarvone ou le carvomenthol.

La vitesse d'absorption du gaz reste sensiblement constante pendant les deux tiers de l'opération, sans qu'aucune discontinuité ne marque le passage à la carvotanacétone; mais cette vitesse diminue ensuite rapidement; la réduction de la fonction cétone est lente et le liquide devenant de plus en plus visqueux, il est nécessaire d'y ajouter de l'éther pour achever la réduction. Dans ces conditions, on obtient le carvomenthol comme terme final.

Ici, comme dans le cas du limonène, l'étude de la variation du pouvoir

(1) Présentée à la séance du 12 juin 1911.

(2) *Comptes rendus*, 12 juin 1911.

rotatoire du liquide, à chaque instant de l'expérience, permet de suivre aisément les trois phases de la réaction, ainsi que le montre le Tableau suivant (l'expérience a porté sur la carvone exempte de terpènes de la maison Schimmel) :

Carvone............ 60g Platine.............. 12g

Volumes absorbés.	Rotations sous 5cm. α_{578}.	Différences.	α_{436}.	Différences.
1	°		°	
0	+31,2		+63,7	
		+ 1,8		0
3	+29,4		+63,7	
		+ 1,2		− 0,3
6	+28,2		+64	
		+ 4,1		+ 7,3
9	+24,1		+56,7	
		+12,6		+31,2
12	+11,5		+25,5	
		+12,2		+29,5
15	− 0,7		− 4	
		+11,6		+28
18	−12,3		−32	
		0		− 3
21	−12,3		−29	
		− 0,1		− 3,5
24	−12,2		−25,5	
		− 1		− 4
26,2	−11,2		−21,5	

Les nombres précédents indiquent d'une façon nette que la réduction se fait en trois phases. Dans la première la rotation diminue légèrement pour le jaune, tandis qu'elle reste constante pour le bleu : la carvone s'est transformée en carvotanacétone. Dans la deuxième phase la rotation diminue rapidement pour les deux couleurs, et de droite elle devient gauche : la carvotanacétone droite s'est transformée en tétrahydrocarvone gauche. Enfin, pendant la dernière partie de l'expérience, la rotation du jaune est quasi constante, tandis que celle du bleu décroît notablement : la tétrahydrocarvone à forte dispersion a donné du carvomenthol à dispersion beaucoup plus faible.

Il est aisé, en arrêtant l'hydrogénation à l'instant convenable, d'obtenir à

volonté l'un des trois corps précédents. J'examinerai successivement ces trois corps.

Carvotanacétone. — La carvotanacétone active n'avait été obtenue jusqu'ici que par des procédés indirects, souvent longs et pénibles, soit à partir du bromhydrate de carvone [1], soit à partir du nitrophellandrène [2]. La réaction précédente constitue une méthode de préparation simple et rapide qui donne avec un rendement quantitatif un corps déjà très pur de premier jet.

Ce corps bout à 227°-228°; sa densité est de $d_4^{18} = 0{,}937$; son indice $n_D^{18} = 1{,}4817$, ce qui pour la réfraction moléculaire donne 46,20 au lieu de 45,82 calculé. Son pouvoir rotatoire est de $[\alpha]_{578} = +59°{,}8$ et $[\alpha]_{436} = +141°$.

Pour l'identifier d'une façon plus complète avec la carvotanacétone j'en ai fait l'oxime et la semicarbazone qui fondent respectivement à 75° et 173°.

Les constantes physiques de cette cétone, de son oxime et de sa semicarbazone montrent bien son identité avec la carvotanacétone.

Tétrahydrocarvone. — Si l'on arrête l'hydrogénation au moment où l'on a fixé 4^{at} d'hydrogène par molécule, on a un liquide qui bout à 218°-219°. Sa densité est de $d_4^{20} = 0{,}904$, son indice $n_D^{20} = 1{,}4555$, R_m trouvé $= 46{,}25$ au lieu de 46,22 pour $C^{10}H^{18}O$. Le pouvoir rotatoire est de $[\alpha]_{578} = -27°$ et $[\alpha]_{436} = -70°{,}6$.

Son oxime fond à 100° et a pour pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_{578} = -40°{,}5 \qquad \text{et} \qquad [\alpha]_{436} = -82°{,}5.$$

Cette tétrahydrocarvone active a été obtenue récemment par Wallach [3] qui hydrogène la carvone en présence de palladium colloïdal. Dans ces conditions, il ne se forme que des traces de carvomenthol; le palladium ne réduit donc pas ici la fonction cétone comme le fait le platine.

Carvomenthol. — L'hydrogénation complète de la carvone fournit un liquide épais bouillant à 217°-218°. La densité est de $d_4^{20} = 0{,}908$, son indice $n_D^{20} = 1{,}4648$, R_m trouvé $= 47{,}49$, calculé 47,55. Le pouvoir rotatoire est de

$$[\alpha]_{578} = -24°{,}7 \qquad \text{et} \qquad [\alpha]_{436} = -47°{,}4.$$

Ce sont là les constantes physiques du carvomenthol, au pouvoir rotatoire près, pour lequel on n'a jamais signalé que des valeurs très faibles [4]. Pour caractériser la fonction-alcool, j'ai fait l'acétate et le benzoate.

Acétate. — Liquide à odeur agréable bouillant à 230°-231°. Densité $d_4^{20} = 0{,}928$, indice $n_D^{20} = 1{,}4477$, R_m 57,07 au lieu de 57,10 calculé. Pouvoir rotatoire

$$[\alpha]_{578} = -27°{,}6 \qquad \text{et} \qquad [\alpha]_{436} = -52°{,}4.$$

(1) Harries, *Berichte*, t. 34, p. 1929.
(2) Wallach, *Annalen*, t. 336, p. 37.
(3) Wallach, *Annalen*, t. 281, p. 64.
(4) Kondakow et Lutschinin, *Journal für p. Chemie*, t. LX, p. 270.

Benzoate. — Liquide épais bouillant à 185°-186° sous 15^{mm}. Densité $d_4^{20} = 1,006$; indice $n_D^{20} = 1,509$; $R_m = 77,19$ au lieu de 76,83 calculé.

Pouvoir rotatoire $[\alpha]_{578} = -12°,9$ et $[\alpha]_{436} = -22°,8$.

En résumé *l'hydrogénation de la carvone en présence de platine permet de préparer à volonté la carvotanacétone, la tétrahydrocarvone et le carvomenthol.*

J'indiquerai enfin que la réduction de la fonction cétone de la carvone n'est pas un cas isolé. J'ai en effet hydrogéné par ce procédé un assez grand nombre de cétones et d'aldéhydes. C'est ainsi que *l'acétone ordinaire, la méthyléthylcétone, l'acétophénone, la benzophénone, la cyclohexanone, l'aldéhyde valérique, l'œnanthol, la benzaldéhyde, la vanilline, le pipéronal, l'aldéhyde anisique ont été transformés en alcools correspondants.* Je poursuis l'étude de cette méthode d'hydrogénation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides cétoglutariques et les acides-aldéhydes de la série succinique.* Note de M. E.-E. **Blaise**, présentée par M. A. Haller.

Dans deux Mémoires récents (*Bull. Soc. ch.*, 4e série, t. IX, p. 451 et 458), j'ai montré, en collaboration avec M. Gault, que la saponification acide des éthers oxal- et alcoyl-oxal-succiniques constitue une méthode de préparation des acides α-céto- et α -alcoyl-α-cétoglutariques. Mais, au cours de mes premières recherches sur la saponification de l'éther oxalpyrotartrique, j'ai constaté un certain nombre de faits qui font l'objet de la présente Note.

Si l'on additionne l'éther oxalpyrotartrique d'acide bromhydrique saturé à 0°, et si l'on abandonne le mélange à la température ordinaire, pendant quelques semaines, on peut, par un traitement approprié, isoler un produit brut de saponification, constituant un liquide visqueux qui se prend peu à peu en une masse cristalline. On essore les cristaux et la partie liquide est éthérifiée.

Le produit de l'éthérification, soumis à des distillations répétées, dans le vide, se scinde en trois fractions bouillant à 82°-84° sous 11^{mm}, 92°-95° sous la même pression, et 143°-145° sous 15^{mm}. La fraction passant à 143°-145° renferme un peu d'α'-méthyl-α-cétoglutorate d'éthyle, mais elle est constituée essentiellement par l'éther de l'acide qui cristallise directement dans le produit brut de la saponification bromhydrique. L'analyse de cet acide montre qu'il dérive de l'acide méthyl-cétoglutarique, par perte d'une molécule d'eau. Comme, d'ailleurs, il est monoacide et monomoléculaire,

il doit posséder une constitution lactonique :

$$CO^2H - CH(CH^3) - CH^2 - CO - CO^2H \rightarrow \begin{array}{l} CH(CH^3) - CH = C - CO^2H \\ \;| \qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\ CO \text{———————} O \end{array}$$

Cette constitution est d'ailleurs vérifiée par le fait que l'acide n'a plus aucune propriété cétonique et qu'il se dédouble, sous l'influence de la baryte, en anhydride carbonique et acide-aldéhyde pyrotartrique. Ce dernier, s'oxydant en milieu alcalin, on le retrouve sous forme d'acide pyrotartrique :

$$\begin{array}{l} CH(CH^3) - CH = C - CO^2H \\ \;| \qquad\qquad\qquad\quad\;\; | \\ CO \text{———————} O \end{array} \rightarrow CO^2 + \begin{array}{l} CH^3 - CH - CH = CHOH \\ \qquad\quad\;\; | \\ \qquad\quad CO^2H \end{array}$$

$$\rightarrow \begin{array}{l} CH^3 - CH - CH^2 - CHO \\ \qquad\quad\;\; | \\ \qquad\quad CO^2H \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH^3 - CH - CH^2 - CO^2H \\ \qquad\quad\;\; | \\ \qquad\quad CO^2H \end{array}$$

Il est à noter que, sous l'influence de l'acide bromhydrique, l'acide α-cétoglutarique ne se transforme pas en acide lactonique, comme le fait l'acide méthylcétoglutarique.

Quant aux deux produits d'éthérification bouillant à 82°-84° et 92°-95°, ce sont des dérivés directs de l'acide-aldéhyde pyrotartrique. Le premier constitue, en effet, l'éther éthylique de cet acide-aldéhyde et, le second, l'éthoxylactone correspondante. La formation de l'acide-aldéhyde pyrotartrique, à partir de l'acide α'-méthyl-α-cétoglutarique est due à l'élimination d'une molécule d'anhydride carbonique :

$$CO^2H - CH(CH^3) - CH^2 - CO - CO^2H \rightarrow CO^2 + CO^2H - CH(CH^3) - CH^2 - CHO.$$

Il y a lieu de remarquer que cette élimination se produit beaucoup plus aisément dans le cas des acides alcoyl-cétoglutariques que dans celui de l'acide cétoglutarique lui-même. Ce dernier, dans les mêmes conditions, ne donne, en effet, que des traces d'acide-aldéhyde succinique. D'autre part, j'ai montré, en collaboration avec M. Courtot, que certains acides-aldéhydes réagissent exclusivement sous la forme oxylactone.

Il est intéressant d'observer qu'il n'en est pas de même dans tous les cas, puisque l'éthérification de l'acide-aldéhyde pyrotartrique donne simultanément l'éthoxylactone et l'aldéhyde-éther correspondants :

$$\begin{array}{l} CH^3 - CH - CO^2H \\ \qquad\quad\;\; | \\ \qquad\quad CH^2 - CHO \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH^3 - CH - CO^2C^2H^5 \\ \qquad\quad\;\; | \\ \qquad\quad CH^2 - CHO \end{array}$$

$$\begin{array}{l} CH^3 - CH - CO \diagdown \\ \qquad\quad\;\; | \qquad\qquad\; O \\ \qquad\quad CH^2 - CH \diagup \\ \qquad\qquad\qquad\quad \diagdown OH \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} CH^3 - CH - CO \diagdown \\ \qquad\quad\;\; | \qquad\qquad\; \\ \qquad\quad CH^2 - CH \diagup \\ \qquad\qquad\qquad\quad \diagdown O - C^2H^5 \end{array}$$

Aldéhyde-éther pyrotartrique. — Liquide mobile, à odeur agréable, bouillant à 89°-90° sous 18^{mm}. Colore immédiatement le réactif de Schiff. Semicarbazone, F. : 110°,5; *p*-nitrophénylhydrazone, F. : 89°. Oxime, éb. : 137°-138° sous 16^{mm}. L'hydrate d'hydrazine donne la pyridazinone correspondante, F. : 66°; éb. : 134°-136° sous 18^{mm}.

$$CH^3-CH\left\langle\begin{array}{l}CH=N\\CH^2-CO\end{array}\right\rangle NH.$$

Éthoxylactone pyrotartrique. — Éb. : 101° sous 18^{mm}. Ce corps ne possède aucune réaction aldéhydique, mais, hydrolysé, il fournit l'acide-aldéhyde pyrotartrique.

Acide-aldéhyde pyrotartrique. — Liquide visqueux; éb. : 139°-140° sous 12^{mm},5. Recolore le réactif de Schiff en rouge violet. Réduit le nitrate d'argent ammoniacal. Miscible à l'eau, à l'alcool et à l'éther. Semicarbazone, F. : 195° (par projection). Oxime, F. : 77°. *p*-nitrophénylhydrazone, F. : 198° (par projection). La phénylhydrazone fond à 71°-72° et, distillée dans le vide, donne la méthylphénylpyridazinone correspondante : F. : 42°, éb. : 183°-185° sous 12^{mm}.

L'obtention des acides-aldéhydes, à partir des éthers alcoyloxalsucciniques n'a qu'un intérêt théorique, par suite de la faiblesse des rendements. Mais je montrerai, dans une prochaine Note, qu'on peut préparer assez facilement les acides-aldéhydes de la série succinique à partir des éthers formyl-succiniques. Je me réserve d'appliquer la même méthode aux dérivés formylés des diverses séries d'acides bibasiques, ce qui conduira peut-être à une méthode générale de préparation des acides-aldéhydes si peu connus jusqu'ici.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les oxythiophènes.* Note de M. **Maurice Lanfry**, présentée par M. A. Haller.

L'action de l'eau oxygénée sur le thiophène varie essentiellement avec le rapport des poids d'oxygène actif et de thiophène mis en présence. Dans tous les cas, cependant, une partie du thiophène, d'autant plus importante que l'oxydation a été plus prolongée, est détruite avec formation d'acide sulfurique.

Dans les expériences résumées ici, le thiophène a toujours été employé en solution acétique, de concentration 1 à 3 pour 100. L'eau oxygénée était, sauf indication contraire, celle du commerce titrant de 6 à 13^{vol} d'oxygène.

Les essais d'oxydation étaient effectués à température d'ébullition dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux.

I. Lorsque la proportion d'oxygène actif dépasse 1g, 5 pour 1g de thiophène, on voit se former dans la liqueur oxydante un produit liquide, dense, peu soluble dans le mélange réagissant, et qu'on sépare ensuite facilement par distillation.

Le rendement est de 35 à 40 pour 100 du poids du thiophène.

Après dessiccation sur $CaCl^2$ on obtient un liquide incolore, devenant rapidement rouge à la lumière, mobile, d'odeur assez agréable, distillant de 125° à 160°.

Par une série de distillations fractionnées on isole, en tête et en queue, à peu près purs, les deux constituants de ce mélange. Leur analyse a fourni les chiffres suivants:

	C pour 100.	H.	S.
Fraction de queue	32,20	1,95	21,25
Fraction de tête	40,81	3,12	27,35

Ces données correspondent aux formules des *dioxy-* et *tétroxy-thiophènes*. Les poids moléculaires confirment cette interprétation :

	M.		M.
Fraction de queue (densité de vapeur).	158	Calculé pour $C^4H^4S.O^4$	148
Fraction de tête (cryoscopie)	117	Calculé pour $C^4H^4S.O^2$	116

Le dioxythiophène bout vers 130°; sa densité à + 20° est 1,26.

Le tétroxythiophène bout à 158°-160°; sa densité à + 20° est 1,43.

Ces deux composés ont un grand nombre de propriétés communes : tous deux sont incolores, d'odeur assez agréable, de saveur brûlante. Ils sont insolubles dans l'eau, très solubles dans tous les solvants organiques, encore liquides à − 25°, brûlant avec une flamme blanche fuligineuse. Ils sont insolubles dans les lessives alcalines qui ne les altèrent pas, même à l'ébullition. Ils peuvent être distillés sur le sodium.

L'acide nitrique étendu ou concentré (36° B.) est sans action sur eux à froid et à 100°. A l'ébullition, l'acide à 36° B. les attaque vivement, les dissout complètement; la molécule est détruite avec formation de SO^4H^2. L'acide fumant agit violemment à froid dans le même sens : il y a formation de SO^4H^2 et résinification partielle.

L'acide sulfurique à 66° B. et l'acide à 10 pour 100 de SO^3 agissent à froid de la même manière, à la vitesse près : les oxythiophènes sont dissous, puis bientôt décomposés et résinifiés.

Les oxythiophènes ne présentent aucune des réactions des phénols. Ils sont sans action sur la phénylhydrazine.

L'un et l'autre donnent avec l'isatine sulfurique une coloration verte, passant au bleu par un peu d'eau et détruite par un excès d'eau. Le thiophène, qui fournit dans les mêmes conditions une coloration bleue beaucoup plus intense donnant avec l'eau un très beau violet, peut être, par cette réaction, décelé dans un mélange avec ses produits d'oxydation. La phénanthrène-quinone ne donne pas de coloration caractéristique.

L'eau oxygénée concentrée (25^{vol}) détruit les oxythiophènes avec formation de SO^4H^2 et de matières gommeuses jaunes.

L'hydrogène naissant en liqueur acide (Zn ou Na + $C^2H^4O^2$) ramène le dioxythiophène à l'état de thiophène; le tétroxythiophène a résisté aux différents essais de réduction tentés sur lui.

L'action du brome n'a pu être essayée, faute d'assez de matière, sur le dioxythiophène. Le tétroxy-thiophène, traité à froid par un excès de brome, a fourni un produit cristallisé en aiguilles blanches, fusibles à 65°-66° en un liquide incolore, insolubles dans les alcalis caustiques. Le dosage du brome établit que ce corps est le *tétrabromure de tétrabromo-tétroxythiophène*, $C^4Br^4SO^4Br^4$, produit d'addition saturé après substitution totale de H par Br.

La formation de ce dérivé octobromé est importante, en ce qu'elle établit nettement que dans la molécule des deux oxythiophènes obtenus, les hydrogènes restent libres et que *tout l'oxygène est fixé sur le soufre*.

II. Lorsque la quantité d'eau oxygénée réagissante est telle que la proportion d'oxygène actif soit inférieure à $1^g,5$ pour 1^g de thiophène, il se forme dans la solution, en 15 minutes, un précipité brun puce, qui ne disparaît pas, quelle que soit la durée ultérieure de l'oxydation, et dont la formation paraît incompatible avec celle des oxythiophènes étudiés ci-dessus.

Isolé par filtration et séché à 100°, ce précipité est pulvérulent, sec, infusible et décomposable par la chaleur. Il est insoluble dans l'eau et dans presque tous les solvants organiques; l'acide acétique le dissout en très faible proportion; l'acétone n'en dissout qu'une partie, plus ou moins importante, suivant la durée de l'oxydation, ce qui indique qu'on a affaire à un mélange.

Il se dissout à froid dans la soude et l'ammoniaque caustiques, ainsi que dans l'aniline. Les acides forts le reprécipitent en flocons bruns de ces solutions. L'acide carbonique ne l'en reprécipite pas. Il n'a d'ailleurs aucune

des propriétés des phénols. Il ne se dissout pas dans SO^4H^2 à 66° B., et ne donne pas la réaction de l'indophénine avec l'isatine.

La composition centésimale du précipité varie avec la durée de l'oxydation; sa teneur en soufre diminue à mesure que l'oxydation se prolonge. Pour une durée de 15 à 20 minutes, la composition est très voisine de celle qu'indique la formule $(C^4H^2SO)^n$.

La partie du précipité insoluble dans l'acétone présente une composition assez constante, voisine de la précédente, sauf pour le soufre dont la teneur est abaissée à 28 pour 100 environ.

En résumé, on obtient un mélange de corps que leurs propriétés toutes négatives ne permettent ni de séparer ni d'identifier. Il se pourrait que ce fussent des polymères de monoxy- et de dioxythiophène.

III. L'eau oxygénée concentrée (25^{vol} et plus) employée en quantité telle qu'il y ait plus de $1^g,5$ d'oxygène actif pour 1^g de thiophène, ne fournit pas d'oxythiophènes. On obtient directement les matières gommeuses que donnent ces derniers par une oxydation plus accentuée. Ces matières contiennent peu de soufre.

L'action de l'eau oxygénée à 100^{vol} est nulle à $+25°$, quelle que soit la durée du contact.

CATALYSE. — *Oxydation catalytique des phénols en présence des sels de fer.* Note de MM. **H. Colin** et **A. Sénéchal**, présentée par M. L. Maquenne.

On a souvent observé que les acides forts ralentissent l'action des systèmes peroxydasiques artificiels. Jusqu'à présent, ces faits sont restés sans interprétation satisfaisante.

Nous avons étudié l'action des acides forts et de quelques acides faibles sur le système $FeCl^3 + H^2O^2$. Parmi les di et les triphénols oxydés par ce système, l'hydroquinone est un réactif particulièrement commode dont on peut suivre l'oxydation soit par la colorimétrie, soit par pesée de la quinhydrone. Nous avons appliqué la méthode colorimétrique en comparant à une solution type parvenue à l'état d'équilibre, les solutions en cours d'oxydation. La teinte adoptée comme terme de comparaison n'importe pas aux résultats; cependant, il est convenable de la choisir assez claire pour qu'elle soit antérieure à l'apparition de tout produit solide d'oxydation.

Les solutions sur lesquelles nous avons expérimenté contiennent, par litre : $0^{molg},5$ d'hydroquinone; $0^{molg},85$ de H^2O^2 pure; $0^{molg},0001$ de $FeCl^3$ et les quantités croissantes de SO^4H^2 exprimées dans le Tableau :

Concentrations en SO^4H^2.	Temps.	Concentrations en SO^4H^2.	Temps.
	m s		m s
0,008 N.	0.28	0,4 N.	4.11
0,012	0.43	0,8	5.17
0,016	0.46	1,2	6.42
0,020	0.50	1,6	7.52
0,040	1. 9	2,4	8.27
0,080	1.31	4	8.48
0,200	2.20	8	7.52

La vitesse d'oxydation va en diminuant à mesure que la concentration en SO^4H^2 augmente; mais elle ne décroît pas indéfiniment; elle passe par un minimum, puis croît de nouveau. Cette singularité doit être attribuée à l'action de l'acide de Caro qui prend naissance lorsqu'on fait agir H^2O^2 sur SO^4H^2 suffisamment concentré ([1]).

Pour des concentrations inférieures à 0,008N., à plus forte raison en l'absence de SO^4H^2, la vitesse d'oxydation est trop rapide pour permettre une mesure précise.

Lorsqu'on atteint la concentration 0,080N. en SO^4H^2, les liqueurs laissent déposer de la quinhydrone. Les quantités de quinhydrone croissent tout d'abord avec la concentration en acide, puis diminuent, soit qu'on compte les temps à partir de l'origine ou à partir de l'apparition des premiers cristaux.

Concentrations en SO^4H^2.	Quinhydrone formée dans 50^{cm^3} de solution. 15 minutes après l'origine.	5 minutes après les premiers cristaux.
	mg	mg
0,1 N.	10	10
0,2	292	187
0,3	226	170
1,2	125	115
2,4	98	95
3,6	84	85

L'oxydation qui, en l'absence de SO^4H^2 ou pour de faibles concentrations en acide,

([1]) Si l'on ajoute quelques gouttes de H^2O^2 à une solution sulfurique d'hydroquinone, même en l'absence de fer, l'hydroquinone est violemment oxydée avec formation de produits bruns.

va rapidement jusqu'aux produits noirs, se trouve suffisamment ralentie, à partir de la concentration 0,08N, pour qu'il soit possible à la quinhydrone de se déposer. Les cristaux, qui se forment d'abord en petite quantité dans des solutions très foncées, deviennent plus abondants à mesure que les solutions noircissent plus lentement. Pour la concentration 0,2N. et les concentrations supérieures, le stade quinhydrone n'est plus dépassé qu'avec une extrême lenteur, et les cristaux représentent sensiblement le seul produit d'oxydation de l'hydroquinone. A ce moment, il devient légitime d'apprécier la vitesse de l'oxydation en pesant la quinhydrone. Les résultats obtenus de cette façon concordent parfaitement avec ceux de la colorimétrie [1].

On obtient qualitativement des résultats identiques avec HCl et NO^3H; mais dans ces deux cas, il est impossible de faire une étude systématique; H^2O^2, en effet, agissant sur HCl, met en liberté du chlore et NO^3H exerce sur l'hydroquinone une action oxydante propre.

Le sulfate ferrique s'est comporté, dans cette étude, comme le chlorure.

L'action des acides faibles sur le système $FeCl^3 + H^2O^2$ est différente de celle des acides forts.

Avec l'*acide acétique*, l'action retardatrice ne devient notable que pour de fortes concentrations. Cette action croît d'ailleurs d'une façon régulière et rapide sans qu'on relève aucune perturbation de la nature de celle que nous avons observée dans le cas de SO^4H^2. Pour aucune concentration il ne se produit de quinhydrone. Voici les résultats obtenus par colorimétrie :

Concentrations en $C^2O^2H^4$.	Temps.	Concentrations en $C^2O^2H^4$.	Temps.
	m s		m s
0,35 N	0.31	4,9 N	2.12
0,7	0.26	5,6	3.30
1,4	0.30	7,0	6.40
2,8	1	10,5	12.45
4,2	2	14,0	50

Aux concentrations plus fortes, le système peroxydasique est complètement paralysé.

L'action retardatrice exercée par l'*acide oxalique* est infiniment plus

(1) On se rend compte, en recueillant la quinhydrone, du caractère peroxydasique du système $FeCl^3 + H^2O^2$ agissant en présence de SO^4H^2. Après une première formation de quinhydrone, il suffit de filtrer, de régénérer en hydroquinone et H^2O^2 pour obtenir un nouveau précipité de quinhydrone et ainsi indéfiniment. Il faut avoir soin, d'ailleurs, d'opérer sur des solutions suffisamment concentrées en hydroquinone, sans quoi, la quinhydrone formée se dissocie et l'oxydation se poursuit rapidement jusqu'aux produits noirs.

considérable. A la concentration 0,0076 N., le temps nécessaire pour obtenir l'égalité de teinte avec la solution type, atteint 18 minutes ; dans les mêmes conditions, l'action de SO^4H^2 est presque 40 fois moins énergique.

Dès lors, on ne peut songer à rapporter à l'acidité de l'acide oxalique son action sur le système $FeCl^3 + H^2O^2$. D'ailleurs, l'oxalate neutre de potassium se conduit sensiblement de la même manière que l'acide.

L'*acide citrique* ralentit, lui aussi, l'action du système peroxydasique, moins toutefois que l'acide oxalique, mais plus que l'acide acétique; ce ralentissement n'est pas imputable uniquement à l'acidité, car si l'on ajoute à une solution, retardée dans son oxydation par la présence d'acide citrique, une petite quantité de SO^4H^2, on voit immédiatement l'oxydation progresser.

Ces expériences nous ont conduits à penser que l'effet retardateur exercé par les acides sur le système peroxydasique étudié, résulte d'une action de ces acides sur le sel de fer lui-même. En raison de la très faible concentration de la solution en fer, il ne peut être question d'une rétrogradation de l'hydrolyse du sel ferrique sous l'influence des ions H apportés par l'acide. En réalité, les acides se combinent avec le sel ferrique, en donnant des sels ferriques complexes dépourvus de propriétés oxydantes et dans lesquels le fer est masqué à ses réactifs habituels. Ces combinaisons qui, dans le cas des acides forts (ferrisulfates), ne sont stables qu'en présence d'un grand excès d'acide, résistent au contraire à l'hydrolyse dans le cas des acides faibles : les ferriacétates, les ferricitrates, les ferrioxalates existent encore en solution étendue. Dès lors, l'effet retardateur exercé par les acides et leurs sels doit être en relation avec le degré de stabilité des complexes ferriques formés par ces acides. De fait, ce que nous avons observé de l'action retardatrice des acides correspond parfaitement à ce que l'on sait de la stabilité des ferriacétates, des ferricitrates et des ferrioxalates en solution neutre ou acide.

ÉNERGÉTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la loi de la dépense postérieure au travail.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans les *Comptes rendus* (t. 151, 1910, p. 952) nous avions publié des résultats d'expériences relatives à la *vitesse de repos* de l'homme après un travail déterminé. Les Tableaux numériques étaient exacts, mais leur

interprétation, par suite d'une erreur de graphique, a besoin d'être ainsi rectifiée :

1° La dépense de l'organisme, *postérieurement* au travail, s'*abaisse* comme la température d'un corps chaud qui se refroidit; cet abaissement suit une loi *analogue à celle de Newton*.

2° La vitesse de repos augmente avec le travail initial, de sorte que les moteurs animés travaillant vite ou avec continuité se reposent plus rapidement que les moteurs de faible puissance.

Ces conclusions, rigoureusement établies, annulent celles qui ont figuré par erreur dans la Note sus-mentionnée.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques particularités de la faune antarctique, d'après la collection de Poissons récemment recueillie par l'Expédition française du* Pourquoi-Pas?. Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les espèces de Poissons recueillies par l'Expédition Charcot sont au nombre de 18, dont 4 des côtes de la Patagonie, et 14 des régions antarctiques (quadrant américain). Leur étude systématique, faite avec la collaboration de M. R. Despax, est terminée. Elle complète, et contribue à préciser, la plupart des notions déjà connues sur les particularités de la faune antarctique, notamment celles que M. Dollo a exposées à plusieurs reprises.

1° La faune ichthyologique littorale des régions antarctiques offre tous les caractères d'une assez grande uniformité. Ainsi, et pour se borner à un exemple significatif, les quatre espèces du genre *Trematomus*, jadis signalées par Boulenger comme provenant du quadrant australien en dedans du cercle polaire, ont été retrouvées par le *Pourquoi-Pas?* dans le quadrant américain, et en dehors du cercle. Ce fait contribue à démontrer que les aires de dispersion des espèces peuvent s'étendre à l'ensemble de la zone antarctique, et que le cercle polaire ne constitue point une limite biologique.

2° Cette uniformité se maintient au sujet de la faune abyssale. Les seules espèces ramenées par le *Pourquoi-Pas?* sont *Myctophum antarcticum* Günth et *Gerlachea australis* Dollo, déjà draguées dans des conditions identiques.

3° Les individus les plus nombreux, et les espèces dominantes, appartiennent à la famille des Notothéniidés. Cette famille, comme le fait remarquer Dollo, est caractéristique de la faune antarctique. Elle manque totalement à l'hémisphère boréal. La théorie de la bipolarité n'est donc pas acceptable en ce qui concerne les Poissons polaires prédominants.

4° Il ne faudrait point, toutefois, repousser cette théorie de façon complète. Le *Pourquoi-Pas?* a rapporté plusieurs espèces de Lycodidés. L'une d'elles appartient au genre austral *Phucocœtes*. Mais une autre, nouvelle, entre nettement dans le genre boréal *Lycopodes* s. str. Comme ce dernier ne paraît montrer ailleurs aucun représentant, il en résulte pour lui une bipolarité manifeste.

5° La faune antarctique, quant aux Poissons, se rattache à celle des provinces magellaniques et australiennes; elle serait pourtant moins variée comme genres et comme espèces.

Ces divers faits conduisent à exprimer plusieurs conclusions, qu'il serait utile de comparer à celles que donne l'étude des autres groupes d'animaux. La faune des Poissons antarctiques offre un caractère résiduel et régressif; elle est un reliquat. Elle paraît équivaloir à la persistance partielle, plus ou moins modifiée, d'une faune ancienne plus riche, dont l'aire de dispersion, plus vaste de beaucoup, couvrait une grande étendue de la zone australe, conformément à l'opinion d'Osborn, qui suppose l'existence d'une Antarctide tertiaire reliant la Patagonie à l'Australie. Cette faune est composée de plusieurs éléments, introduits peut-être à des époques différentes; les principaux, qui sont aussi les plus anciens sans doute, vraiment autonomes, ne montrent aucune bipolarité; à côté d'eux vivent quelques formes sporadiques bipolaires, dont la venue pourrait être plus récente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Formation de substances hémolytiques et de substances toxiques aux dépens du vitellus de l'œuf soumis à l'action du cobra.* Note de M. C. **Delezenne** et Mlle **Ledebt**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons montré, dans une précédente Note [1], que le sérum de cheval, soumis à l'action du venin de cobra, acquiert des propriétés hémolytiques qui augmentent progressivement, atteignent un maximum, puis décroissent peu à peu pour disparaître complètement à un moment donné (période d'apparition des propriétés empêchantes).

(1) *Comptes rendus*, t. 152, 20 mars 1911, p. 760.

Nous avons établi que ces phénomènes résultent d'actions diastasiques du venin, celui-ci provoquant dans la première phase, aux dépens de certains matériaux du sérum, la formation d'une substance hémolytique qui est dédoublée et rendue par le fait inefficace au cours de la seconde phase.

Nous devons ajouter que, même à la période de leur activité maximale, les mélanges venin-sérum ne se montrent pas toxiques pour les animaux au moins lorsqu'ils sont injectés dans les veines aux doses déjà élevées de 10^{cm^3} à 20^{cm^3} par kilogramme.

Les faits bien connus relatifs aux propriétés « activantes » de la lécithine dans le phénomène de l'hémolyse par les venins nous ont conduit à répéter les expériences précédentes en substituant au sérum de cheval le vitellus de l'œuf émulsionné dans l'eau physiologique.

a. Comme le sérum de cheval, le vitellus de l'œuf de poule traité par le venin de cobra acquiert des propriétés hémolytiques qui se développent plus ou moins rapidement suivant la dose de venin utilisée et la température à laquelle s'opère la réaction. Quand le maximum est atteint l'intensité du pouvoir hémolytique des émulsions est la même quelle que soit la dose de venin mise en œuvre à l'origine.

Comme dans le cas précédemment étudié le phénomène est de nature catalytique et considérablement limité par la présence des globules. La substance formée n'est pas neutralisée par le sérum antivenimeux spécifique; elle présente les mêmes caractères que la substance libérée aux dépens du sérum de cheval (solubilité dans l'eau et dans l'alcool absolu, insolubilité dans l'éther, résistance à l'ébullition, etc.). Cette substance est bien un dérivé des phosphatides de l'œuf et en particulier de la lécithine qu'on voit disparaître progressivement au cours de la réaction. Ce n'est pas un lécithide (combinaison de la lécithine et du venin) puisque le venin n'entre pas dans sa constitution et qu'on peut le retrouver avec toutes ses propriétés à la fin de la réaction.

Un caractère fondamental, dont on saisira plus tard l'importance, différencie l'action du venin sur le vitellus de l'œuf, de son action sur le sérum de cheval. Alors que les mélanges venin-sérum après avoir atteint leur maximum perdent peu à peu leurs propriétés hémolytiques pour devenir totalement inactifs, voire même empêchants, les mélanges venin-vitellus restent indéfiniment hémolytiques. La seconde phase du phénomène qui résulte comme la première d'une action diastasique du venin puisqu'elle est empêchée par le sérum spécifique, exige pour se produire, le concours d'un co-ferment; ce co-ferment existe dans le sérum de cheval d'où l'on peut le séparer, mais il fait défaut dans le vitellus de l'œuf.

b. A l'inverse des mélanges venin-sérum, les mélanges venin-vitellus se montrent extraordinairement toxiques pour les animaux. Cette toxicité, disons-le immédiatement, est indépendante du pouvoir hémolytique et ne peut être attribuée à une destruction globulaire *in vivo*. Aux doses relativement faibles où ils tuent les animaux, les mélanges ne produisent pas d'hémolyse, ou ne déterminent qu'une hémolyse insignifiante dans le sang circulant. Le venin lui-même ne peut être incriminé, car il suffit pour obtenir la mort, de quantités d'émulsion qui ne renferment que $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$ de la dose mortelle. D'autre part, le sérum anti-venimeux avec lequel il est facile de neutraliser le venin contenu dans les mélanges, ne supprime en aucune façon leurs propriétés toxiques qu'une ébullition prolongée ne fait d'ailleurs point disparaître davantage. La toxicité, comme le pouvoir hémolytique, ne peut donc être attribuée qu'à des produits nouveaux formés au cours de la réaction. Les deux propriétés des mélanges se développent d'ailleurs d'une façon sensiblement parallèle et l'on peut en règle générale s'en rapporter pour la grandeur de l'une, à la valeur de l'autre.

Que la toxicité, comme la propriété hémolytique, soit le fait d'une action diastasique du venin, cela ne peut faire aucun doute. Outre que des doses infimes donnent en quelques jours des mélanges tout aussi toxiques que d'autres renfermant des quantités 1000 et 10000 fois plus fortes de venin et dont le maximum est atteint en quelques heures ou en quelques minutes, l'étude du développement des propriétés toxiques, pour un mélange donné, étude qui permet d'être fixé indirectement sur la vitesse de réaction, montre que celle-ci répond à une des lois fondamentales des actions diastasiques : très rapide au début, la vitesse s'atténue au fur et à mesure que les produits formés s'accumulent pour n'arriver ensuite que très lentement à zéro. Un mélange donné qui demande 7 heures par exemple pour tuer le lapin à la dose de $1^{cm^3},5$ par kilogramme, est déjà mortel à la dose de $2^{cm^3},5$ à 3^{cm^3} au bout d'une heure et à la dose de 4^{cm^3} à 5^{cm^3} après 10 minutes. Or le jaune d'œuf de poule émulsionné dans l'eau physiologique et soigneusement filtré sur coton de verre peut être injecté dans les veines à des doses infiniment plus élevées sans provoquer d'accident. En émulsion à 40 pour 100, il ne produit aucun phénomène appréciable chez le lapin aux doses de 8^{cm^3}, 10^{cm^3} et 12^{cm^3} par kilogramme.

Soumises à l'action du venin, les mêmes émulsions déterminent presque toujours, quand le maximum de toxicité est atteint, la mort immédiate ou presque immédiate chez le lapin, à la dose de $1^{cm^3},5$ à 2^{cm^3} en injection intraveineuse. Des quantités à peine plus faibles provoquent des accidents

très graves, mais de courte durée. 10 minutes à 15 minutes après l'injection, les animaux qui paraissaient devoir succomber sans délai sont complètement remis. Qu'il s'agisse du lapin, du cobaye ou du chien, les phénomènes observés rappellent de très près le syndrome anaphylactique propre à chacun de ces animaux. A l'autopsie de ceux qui succombent immédiatement on n'observe pas de lésions, mais on constate une congestion souvent très intense des viscères abdominaux et du poumon. Le sang est liquide dans les vaisseaux et l'on ne trouve nulle part le moindre indice de coagulation intravasculaire. Chez les animaux qui résistent ou qui ne succombent que tardivement, on observe outre la parésie, les phénomènes convulsifs, les troubles respiratoires caractéristiques de l'intoxication anaphylactique et de l'intoxication peptonique, une chute considérable de la pression sanguine (chien), une diminution de la coagulabilité du sang, des vomissements, des émissions vésicales ou rectales, des phénomènes d'hypersécrétion, de l'hématurie, etc.

Sans vouloir aborder aujourd'hui l'étude des rapports qui existent entre les poisons anaphylactiques, les poisons protéosiques et ceux qui se forment sous l'influence du venin et sans chercher à préciser la nature de ces derniers, nous insisterons sur l'importance des deux faits suivants :

1° Dans les mélanges qui ont subi l'action du venin, la vitelline a perdu complètement la faculté de se coaguler par la chaleur;

2° Par une injection intraveineuse de peptone faite quelques heures au préalable, on peut protéger le lapin contre les effets d'une ou plusieurs doses sûrement mortelles d'émulsion toxique.

Les faits que nous venons de rapporter ne s'observent pas exclusivement avec le venin de cobra. Nous les avons retrouvés, au degré d'intensité près, avec tous les venins de serpents que nous avons étudiés. Quelques-uns, cependant, tels le venin de Daboia par exemple, présentent, dans leur action sur le vitellus de l'œuf, des particularités assez intéressantes pour mériter une étude spéciale.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et quart.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUILLET 1911.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. B. BAILLAUD : *Présentation d'un Volume du Catalogue photographique du Ciel, zone de Paris.*

J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie le troisième Volume du Catalogue photographique du Ciel, publié par l'Observatoire de Paris. Ce Volume, conforme aux précédents, renferme les étoiles dont les déclinaisons sont comprises entre 21° et 23°. Les deux premiers avaient été publiés par les soins de Paul et Prosper Henry. La publication de ce troisième Volume, commencée par notre regretté Bossert, a été faite presque entièrement par le Bureau des Calculs, sous la direction de M. Lagarde.

Les clichés antérieurs au 12 mars 1904 avaient été obtenus par MM. Henry assistés de M. Boinot; les quelques clichés postérieurs à cette date l'ont été par MM. J. Baillaud et Boinot.

Le travail relatif à cette troisième zone a différé en un point essentiel de celui qui a concerné les deux premières; toutes les plaques ont été mesurées deux fois, dans deux orientations opposées, en vue d'éliminer une cause d'erreur inhérente à l'œil de l'observateur, cause d'erreur aujourd'hui bien connue.

A la fin du Volume, M. Pourteau a donné les éléments des clichés de la Carte photographique pour la zone 24°, et aussi des Tables relatives aux zones 22°, 23°, 24° pour la transformation rapide des coordonnées rectilignes des étoiles en ascensions droites et déclinaisons. M. Pourteau a

appliqué, dans ce travail, une méthode de M. Lagarde, à la fois abrégée et précise, pour la détermination des éléments des clichés de la Carte.

M. G. Bonnier fait hommage à l'Académie du premier fascicule de la *Flore complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique.*

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Armand Sabatier*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 35,

MM. Renaut	obtient	33 suffrages
Cuénot	»	1 suffrage
Sauvage	»	1 »

M. Renaut, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. W. Voigt, élu Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le Ministre de la Guerre prie l'Académie de vouloir bien désigner deux de ses Membres qui feront partie du *Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique* pour l'année scolaire 1911-1912.

M. le Secrétaire perpétuel signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Observatoire central de l'Indo-Chine, *Bulletin pluviométrique*, publié par G. Le Cadet, Directeur.

2° Duc d'Orléans, *Campagne arctique de* 1907.

3° *Les Orchidées cultivées et l'Atlas des Orchidées cultivées* (premier fascicule), par Julien Costantin. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

4° Administration des Domaines de l'État égyptien : *Rapport présenté à la Commission des Domaines*, par M. Audebeau Bey. (Présenté par M. E. Roux.)

MM. **P. Gaubert, Ch. Moureu, E. Sollaud** adressent des remercîments pour la subvention qui leur a été accordée sur le Fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Kiess* 1911 *b. Observations faites à Nice par MM.* **Lagrula** et **Schaumasse**. Note transmise par M. Bassot.

Date. 1911.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★	Ob.
Juill. 8..	14^h.11^m.44	$-$3^m.22^s,13	$+$2$'$.20$''$,8	18:12	4^h.49^m. 3^s,19	$\bar{1}$,680$_n$	$+$35$°$. 2$'$.20$''$,3	0,810	*a*	S
» 8..	14.22.21	$-$3.22,69	$+$2.13,7	15:10	4.49. 2,63	$\bar{1}$,687$_n$	$+$35. 2.13,2	0,799	*a*	L
» 8..	14.42.47	$-$3.24,32	$+$2. 5,6	15:10	4.49. 1,00	$\bar{1}$,700$_n$	$+$35. 2. 5,1	0,777	*a*	L

Position de l'étoile de comparaison.

★	Gr.	α moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	δ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a	8,3	4^h.52^m.25^s,52	$-$0^s,20	$+$34$°$.59$'$.55$''$,2	$+$4$''$,3	$\frac{1}{2}$ { A.G., Leiden, 1814 A.G., Lund, 2434 }

Remarques. — La comète très brillante présente une condensation globulaire entourée d'une nébulosité qui sur le ciel paraît plus fournie vers le SSW. L'ensemble paraît avoir 2',5 environ d'étendue.

M. Lagrula a observé à l'équatorial droit de 0^m,38 d'ouverture; M. Schaumasse à l'équatorial coudé de 0^m,40 d'ouverture.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Wolf. Observations faites à Nice, à l'équatorial Gautier de* 0^m,76 *d'ouverture, par M.* **Javelle**. Note transmise par M. Bassot.

Dates. 1911.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente ★.	Log. fact. parall.	δ apparente ★.	Log. fact. parall.	★.
Juil. 5....	13^h.49^m.15^s	$+$1^m. 9^s,21	$-$3$'$. 4$''$,0	17 : 8	18^h.32^m.16^s,40	$\bar{1}$,372	$+$14$°$.58$'$.54$''$,4	0,651	1
» 7....	14. 5.33	$-$0.44,44	$+$2.52,3	20 : 10	18.30.22,77	$\bar{1}$,442	$+$15. 4.51,2	0,661	1

Position moyenne de l'étoile de comparaison.

★.	Gr.	α moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1...	8,0	18h31m4s,94	+2s,25	15°2′2″,3	−3″,9	⅓ { Leipzig I, 6693 + Paris, 24310 + Bonn₁₀, 8232
1...	»	»	+2,27	»	−3,4	»

REMARQUES. — *Juillet* 5. La comète présente un aspect stellaire; son éclat est inférieur à celui d'une étoile de 14e grandeur. Par instants, on aperçoit une petite nébulosité de 10″ environ d'étendue qui semble excentriquement placée par rapport au noyau. Observation difficile. — *Juillet* 7. La comète conserve le même aspect stellaire que le 5. Son éclat paraît avoir légèrement augmenté.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Nouvelle méthode d'analyse harmonique par la sommation algébrique d'ordonnées déterminées.* Note [1] de M. **SILVANUS P. THOMPSON**, présentée par M. G. Lippmann.

On se propose de calculer les coefficients de la série harmonique de Fourier :

$$y = f(x) = A_0 + A_1\, 2\sin x + A_2 \sin 2x + \ldots + A_n \sin nx$$
$$+ B_1 \cos x + B_2 \cos 2x + \ldots + B_n \cos nx.$$

Pour trouver la valeur de B_n, le coefficient du $n^{\text{ième}}$ terme en cosinus, il suffit de mesurer sur la courbe $2n$ ordonnées équidistantes, espacées de $\frac{\pi}{n}$ sur une période entière, commençant au point choisi comme origine, et alors, *après avoir changé le signe de chaque terme alternatif*, de former leur somme algébrique et de la diviser par $2n$; ou, en symboles :

$$B_n = \frac{1}{2n}\left\{ y_0 - y_{\frac{\pi}{n}} + y_{\frac{2\pi}{n}} - y_{\frac{3\pi}{n}} + \ldots - y_{\frac{(2n-1)\pi}{n}} \right\}.$$

Pour trouver la valeur de A_n, le coefficient du $n^{\text{ième}}$ terme en sinus, il suffit de mesurer sur la courbe $2n$ ordonnées équidistantes, espacées de $\frac{\pi}{n}$ sur une période entière, mais commençant à un point situé à une distance $\frac{\pi}{2n}$ de l'origine, et alors, leur assignant des signes positifs et négatifs alternativement, de former leur somme algébrique et de la diviser par $2n$; ou en

[1] Présentée dans la séance du 6 juin 1911.

symboles :

$$A_n = \frac{1}{2n}\left\{y_{\frac{\pi}{2n}} - y_{\frac{3\pi}{2n}} + y_{\frac{5\pi}{2n}} - y_{\frac{7\pi}{2n}} + \ldots - y_{\frac{(4n-1)\pi}{2}}\right\}.$$

Si, afin de déterminer la valeur du $n^{\text{ième}}$ coefficient, par exemple A_n, on prend comme il a été indiqué, avec des signes alternativement positifs et négatifs, la somme des $2n$ ordonnées équidistantes, et si on la divise par $2n$, la moyenne ainsi obtenue ne sera pas A_n pur et simple, mais sera la somme des coefficients $A_n - A_{3n} + A_{5n} - A_{7n} + \ldots$, puisque ces harmoniques supérieures, si elles sont présentes, ont aussi leurs maxima et minima respectifs aux points où sont situées les ordonnées choisies pour déterminer le coefficient A_n. Pour éliminer celles-ci, si elles sont présentes, elles doivent être d'abord déterminées séparément. Une élimination analogue est requise pour B_n, afin de tenir compte de la présence possible de B_{3n}, B_{5n}, ..., car la moyenne obtenue avec les $2n$ ordonnées choisies pour déterminer B_n est en réalité la somme de $B_n + B_{3n} + B_{5n} + B_{7n} + \ldots$.

Pour prouver que, dans le procédé de l'addition algébrique des valeurs, alternativement changées en signe, des $2n$ ordonnées, afin de trouver l'amplitude de la $n^{\text{ième}}$ harmonique, l'amplitude fondamentale est éliminée de la somme, considérons la série de $2n$ termes :

$$S = \sin\alpha - \sin(\alpha+\beta) + \sin(\alpha+2\beta) - \sin(\alpha+3\beta) + \ldots - \sin[\alpha + (2n-1)\beta].$$

Elle est équivalente à la suivante :

$$S = \sin\alpha + \sin[\alpha + (\beta+\pi)] + \sin[\alpha + 2(\beta+\pi)] + \sin[\alpha + 3(\beta+\pi)] + \ldots + \sin[\alpha + (2n-1)(\beta+\pi)],$$

dont la somme est

$$S = \frac{\sin n(\beta+\pi)}{\sin\frac{1}{2}(\beta+\pi)} \sin\left[\alpha + \frac{1}{2}(2n-1)(\beta+\pi)\right].$$

Mais $\alpha = \frac{\pi}{2n}$ et $\beta = \frac{\pi}{n}$; de sorte qu'on a

$$S = \frac{\sin(n+1)\pi}{\sin\frac{1}{2n}(n+1)\pi} \sin\left[\frac{\pi + (2n-1)(n+1)\pi}{2n}\right].$$

Cette somme est nulle pour toutes les valeurs entières de n, puisque $\sin(n+1)\pi$ est zéro. Une démonstration analogue pour la série correspondante des termes en cosinus prouve que la somme s'annule aussi pour toutes les valeurs intégrales de n.

Pour prouver que le procédé de l'addition algébrique des valeurs (prises alternativement positives et négatives) des $2n$ ordonnées sur une période entière donne la valeur de $2n\,A_n$ pour l'harmonique dont l'équation est $y = A_n \sin n\theta$, considérons les ordonnées successives lorsque θ reçoit les valeurs $\frac{\pi}{2n}, \frac{3\pi}{2n}, \frac{5\pi}{2n}, \frac{7\pi}{2n}, \ldots$ respectivement. Celles-ci, affectées de signes alternativement positifs et négatifs, auront pour somme

$$S = A_n\left[\sin\frac{\pi}{2} - \sin\frac{3\pi}{2} + \sin\frac{5\pi}{2} - \sin\frac{7\pi}{2} + \ldots - \sin\frac{(4n-1)\pi}{2}\right].$$

Mais chacun de ces termes est égal à $+1$; et il y a $2n$ termes; donc la somme de la série est $2n\,A_n$, et la moyenne est simplement A_n. La série correspondante des termes en cosinus donne un résultat analogue pour B_n.

Pour appliquer le procédé en pratique, il convient de tracer toujours les courbes à analyser à l'échelle de 180^{mm} pour une période. Des gabarits, en celluloïd transparent, sur lesquels sont gravés les différentes séries de lignes équidistantes (ainsi qu'il est nécessaire pour trouver les différentes harmoniques) sont alors placés successivement sur la courbe afin de faciliter la mesure des ordonnées.

Les courbes qui représentent des courants alternatifs, ou des forces électromotrices alternatives, ne contiennent que des harmoniques impaires; et pour de telles fonctions il suffit d'opérer sur une demi-période. La méthode est éminemment adaptée à l'analyse harmonique des marées, des variations magnétiques diurnes, et du mouvement périodique des mécanismes de distribution de vapeur dans les machines à vapeur.

OPTIQUE. — *Strioscopie et striographie interférentielles analogues à la méthode optique des stries de Foucault et de Töpler.* Note [1] de M. G. Sagnac, présentée par M. G. Lippmann.

La méthode de Foucault généralisée par Töpler sous le nom de méthode des stries (*Schlierenmethode*), modifiée ou appliquée par Dvorak, E. Mach et L. Mach, Wood, Tanakadate, montre sur un fond sombre l'image brillante de toute la région qui est le siège d'une déviation de la lumière comme un filet d'air chaud. Le fond sombre est obtenu en interceptant la lumière directe par un écran.

(1) Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

Pour produire le fond sombre on peut se proposer d'éteindre la lumière directe par interférence. Pour obtenir un strioscope interférentiel, il suffira d'associer : 1° un dispositif donnant par l'interférence de deux faisceaux lumineux un champ sombre uniforme; 2° un système optique permettant d'observer la région de l'un des faisceaux où l'on produira les troubles optiques. Si le trouble optique modifie la différence de phase des vibrations sur la région conjuguée, l'interférence complète cessera sur cette région du fond sombre et une image brillante de la région troublée apparaîtra.

J'ai sous les yeux de telles images strioscopiques interférentielles depuis que j'emploie l'interféromètre à faisceaux inverses et à teinte centrale sensible, décrit dans les *Comptes rendus* (t. 150, p. 1676). Le réglage exact de superposition des faisceaux inverses donne dans la lunette d'observation un champ uniforme d'interférence, élargissement de la frange centrale. Quand la lame d'air du double prisme qui sépare les faisceaux inverses T et R (*loc. cit.*) est assez mince (ordre K d'interférence égal à 1 ou 2, dans les conditions définies dans la Note citée), l'interférence des vibrations T^2 et R^2 reçues dans la lunette est très achromatique et le fond sombre se réalise bien en lumière blanche. Le trouble optique produit sur le circuit de l'interféromètre est observé avec une lunette ou projeté sur un écran. Deux dispositifs sont à distinguer.

Strioscope à faisceaux inverses juxtaposés. — Avec trois miroirs associés au double prisme on obtient un dispositif à circuit optique quadrangulaire qui convient spécialement à l'étude des troubles optiques larges.

Je règle la superposition des deux faisceaux inverses du circuit, en m'aidant, en particulier, des deux images d'une ouverture circulaire et j'obtiens un fond interférentiel sombre. La marche des deux faisceaux T et R, réfléchis par les trois miroirs du circuit, montre que, grâce à ce nombre impair de réflexions, le côté d'un faisceau intérieur au circuit est superposé au côté extérieur de l'autre. Je couvre une moitié du faisceau du collimateur par un écran dont le bord rectiligne est perpendiculaire au plan du circuit; les faisceaux inverses T et R, réduits à leur demi-largeur ($2^{cm},5$ dans mon appareil), sont maintenant séparés et juxtaposés parallèlement tout le long du circuit optique. Le demi-faisceau émergeant de la lame d'air du double prisme est la superposition du faisceau T^2 deux fois transmis et du faisceau R^2 deux fois réfléchi par cette lame.

Dans la région mise au point, sur l'un des faisceaux T et R, l'interposition d'une certaine épaisseur d'hydrogène, d'air comprimé ou dilaté,

produit sur le fond noir une réapparition de lumière dès que la différence de marche correspondante est une petite fraction de longueur d'onde. Les filets d'air tiède qui s'élèvent au-dessus de la main produisent ainsi des images très brillantes, faciles à projeter. Toute la lumière utilisable se trouve concentrée sur de telles stries brillantes, quand la différence de marche atteint la demi-longueur d'onde. Un jet gazeux donne, suivant son diamètre et l'indice optique du gaz, un filet lumineux, deux filets lumineux ou une image brillante présentant sur chaque bord une frange plus ou moins sombre (achromatique dans le cas du gaz d'éclairage) seule ou accompagnée de franges colorées.

Dans la plupart de ces expériences, la déviation de la lumière n'influe pas notablement sur la production des franges qui révèlent directement les lignes d'égale épaisseur optique de longueur d'onde en longueur d'onde. Si l est l'épaisseur de la région troublée correspondant à un point de l'image, n l'indice optique moyen correspondant, n_0 l'indice de l'air ambiant, il suffit de remplacer par $(n - n_0)l$ le retard optique δ dans les formules qui représentent (*loc. cit.*) l'interférence due à un déréglage de superposition des faisceaux (franges de l'interféromètre), pour représenter les nouvelles interférences. Une lame d'eau de savon, placée normalement sur l'un des faisceaux, donne sur le fond noir une image sillonnée de franges colorées, à teintes sensibles pures et à intervalles presque blancs qui correspondent aux conditions de cette théorie. Une lame de verre donne une image uniformément brillante (blanc d'ordre supérieur).

Dans les diverses expériences, l'hélice, le tube d'écoulement d'un gaz, tout corps opaque placé sur l'un T des deux faisceaux du circuit à la distance de mise au point donnent une image uniformément éclairée par le groupe R^2 de vibrations qui se trouve libéré par l'interception de l'autre groupe T^2.

Striographie instantanée par une étincelle électrique. — Malgré la présence de trois miroirs argentés, il a été possible, en particulier, de photographier diverses phases des déformations périodiques d'un étroit jet de gaz soumis à l'influence d'une petite hélice en rotation.

Le jet de gaz d'éclairage a $0^{cm},7$ de largeur et $0^{cm},4$ d'épaisseur dans le sens de la lumière à la sortie du bec. Il s'élève verticalement. L'hélice a 2 ailes de $1^{cm},3$ de rayon, inclinées de 30° à l'extrémité; son axe est vertical et elle tourne au-dessus du jet en aspirant de bas en haut. Je joins à cette Note la photographie de l'installation, une striographie du jet gazeux quand l'hélice est au repos, sur laquelle on voit principalement deux filets (blancs sur les épreuves positives) marquant les deux bords du jet, et deux séries de trois striographies obtenues pendant la rotation de l'hélice (épreuves agrandies : 2,1 diamètres).

Dans le cas des trois premières striographies, l'axe du jet passe à $0^{cm},15$ de la circonférence décrite par les extrémités des deux ailes de l'hélice. L'image du jet se réduit au voisinage de l'hélice à une simple ligne lumineuse (épreuves 1 et 2) et s'écarte assez brusquement, en s'accentuant, autour de la région que vient de balayer une aile de l'hélice; au-dessus de l'aile, le jet revient vers l'axe et s'y élève en tournant (épreuve 2).

Dans le cas des trois dernières épreuves, la distance de l'axe du jet à la circonférence des ailes était réduite à $0^{cm},05$. Pression mesurée à la sortie du bec de gaz : $0^{cm},05$ d'eau. Nombre de tours de l'hélice par seconde : 47. A chaque passage d'une aile sur le bord du jet, celui-ci s'infléchit en crosse (épreuve 4), puis s'ouvre en forme de ∞ (épreuve 5). Un peu avant le passage de l'aile suivante (épreuve 6), la déformation du jet, due au passage précédent, n'est pas encore complètement amortie.

Strioscope à deux ou quatre miroirs. — Le dispositif à deux miroirs (circuit triangulaire) est figuré dans la Note déjà citée. La superposition des deux faisceaux T et R est ici réelle, et un trouble optique agit nécessairement sur les deux faisceaux à la fois. Le fond sombre interférentiel montre encore les filets d'air échauffés par la main, mais il est relativement peu sensible aux fluctuations de l'air, aux défauts de planéité des surfaces optiques et à tous les troubles optiques larges et continus. C'est un avantage quand il s'agit d'observer seulement des *troubles optiques de très petites dimensions*, auxquels il est aussi sensible que le fond sombre du premier dispositif : les moindres poussières ou défauts ténus des surfaces de verre ou des argentures sur lesquelles on met au point, comme dans le dispositif précédent, de petites images brillantes qui criblent l'étendue du fond sombre et ne sont pas sans analogie avec les images ultramicroscopiques.

OPTIQUE. — *Sur le rayonnement des lampes à vapeur de mercure.* Note de MM. **Ch. Fabry** et **H. Buisson**, présentée par M. G. Lippmann.

Les applications de plus en plus nombreuses des lampes à vapeur de mercure à enveloppe de quartz rendent utiles des mesures du rayonnement, visible ou ultraviolet, de ces lampes, dans les diverses conditions d'emploi. L'intensité et la composition du rayonnement varient, en effet, dans de très larges limites avec le régime électrique (nombre de watts consommés dans la lampe) et les conditions de refroidissement. Nous avons appliqué à l'étude des diverses lampes la méthode de mesure précédemment décrite (*Comptes rendus*, 26 juin 1911) qui permet d'évaluer en unités absolues l'énergie correspondant aux diverses radiations.

Les lampes étudiées étaient :

1° Une lampe Heraeus dont le tube de quartz a 6^{cm} de longueur. Intensité du courant 3,5 ampères; tension aux bornes de la lampe 27 volts; puissance consommée dans la lampe 95 watts. Le tube s'échauffe peu, et la pression de la vapeur de mercure reste faible.

2° Une lampe AEG, du type 220 volts. Le tube de quartz a 12^{cm} de longueur. Courant, 4,65 ampères; tension aux bornes, 164 volts; puissance consommée dans la lampe, 763 watts. Au moment des expériences la lampe avait brûlé déjà pendant 600 heures.

3° Une lampe Westinghouse, du type 220 volts. Le tube de quartz a 11^{cm} de longueur. Courant 4,2 ampères; tension aux bornes 133 volts; puissance consommée dans la lampe 559 watts. Cette lampe était neuve au moment des mesures. Pour ces deux dernières lampes, le tube atteint une température élevée et la pression de la vapeur de mercure y est voisine de la pression atmosphérique.

4° La même lampe immergée dans l'eau. L'intensité du courant dans la lampe était de 11 ampères et la tension aux bornes 31,5 volts; la puissance consommée dans la lampe était de 346 watts.

Les valeurs indiquées pour les puissances et les tensions ne comprennent pas ce qui est consommé dans les rhéostats.

Nos mesures confirment ce fait, déjà obtenu dans la région visible par des observations photométriques, que le rapport des intensités des diverses radiations varie beaucoup avec le régime de la lampe. Par exemple, lorsqu'on fait croître les watts consommés, l'intensité des deux raies jaunes augmente beaucoup plus vite que celle de la raie verte. Si l'on prend, dans chaque cas, l'intensité de la raie verte comme unité, l'ensemble des raies jaunes a pour intensité 0,5 dans la lampe Heraeus et 1,7 dans les lampes à régime poussé. Cela explique la différence de teinte de la lumière totale des diverses lampes et montre que le rayonnement n'est pas dû à un effet purement thermique, qui devrait produire une variation en sens inverse.

Ces radiations, verte et jaunes, sont à peu près les seules intéressantes pour l'éclairage (la raie violette n'intervient que pour 2 ou 3 pour 100 dans l'intensité lumineuse totale). Le rapport entre le nombre de watts rayonnés sous cette forme et le nombre de watts fournis à la lampe donne une indication sur le rendement lumineux. La lampe Heraeus, qui consomme 95 watts, en rayonne 0,9 sous forme de radiations verte et jaunes; la lampe AEG consomme 763 watts et en rayonne 39 sous la même forme. Le rendement en radiations utiles pour l'éclairage passe de 1 pour 100 à 5 pour 100 d'une lampe à faible régime à une lampe poussée.

Pour les applications photochimiques et bactériologiques, le rayonnement

ultraviolet est particulièrement intéressant. Pour chaque usage les radiations efficaces peuvent être différentes, et il est impossible de donner une valeur unique du rayonnement utile. A titre d'indication, on peut regarder comme efficaces dans un certain nombre de cas les radiations de longueur d'onde plus petite que 3200. On peut comparer le nombre de watts rayonnés sous cette forme soit avec le nombre de watts électriquement fournis à la lampe, soit avec le nombre total de watts rayonnés. Le Tableau suivant donne quelques résultats :

Lampe	Watts consommés.	Rayonnement total en watts.	Rayonnement ultraviolet en watts.
Heraeus	95	35	0,81
AEG	763	»	36,2
Westinghouse	559	375	35,6
Westinghouse immergée	346	»	0,46

D'une lampe à une autre, le rendement en radiations ultraviolettes ($\lambda < 3200$) varie beaucoup. Pour 100 watts fournis à la lampe on a, sous forme de rayonnement ultraviolet, 6,4 watts dans le cas de la lampe Westinghouse, 4,7 pour la lampe AEG, 0,85 pour la lampe Heraeus et seulement 0,13 pour la lampe immergée.

La lampe immergée a été préconisée pour la stérilisation de l'eau, dans le but d'utiliser plus complètement son rayonnement. On voit combien son emploi est peu économique, puisque son rendement est environ 50 fois plus faible que celui de la même lampe en régime poussé.

D'autre part, M. Bordier (¹) a annoncé qu'après un certain temps de fonctionnement les lampes cesseraient d'émettre de l'ultraviolet. Ce rayonnement (dont la nature n'est pas fixée) serait réduit au septième de sa valeur initiale au bout de 500 heures. MM. Courmont et Nogier (²) ont aussi indiqué un affaiblissement progressif, mais sans en fixer la valeur. Nous n'avons pas entrepris d'expériences systématiques sur ce sujet. De telles expériences devraient être faites sur une même lampe après des durées croissantes de fonctionnement. Toutefois, nos mesures sur la lampe AEG après 600 heures de fonctionnement rendent peu vraisemblable l'existence d'un affaiblissement notable du rayonnement ultraviolet.

(¹) *Archives d'électricité médicale*, 1910, p. 396.
(²) *Comptes rendus*, 19 juin 1911.

PHYSIQUE. — *Appplication de l'harmonica chimique de la chronophotographie.* Note de M. L. BENOIST, présentée par M. G. Lippmann.

L'expérience classique de l'harmonica chimique, aisée à répéter avec la flamme de l'acétylène, permet de réaliser très simplement un dispositif chronophotographique, plus commode et presque aussi précis que celui du diapason, ayant sur ce dernier l'avantage de pouvoir être réglé à n'importe quelle fréquence.

Il suffit d'installer sur une lampe ordinaire à acétylène un bec en verre très effilé, donnant une flamme filiforme de 2^{cm} environ de longueur, et d'entourer celle-ci d'une cheminée de verre de longueur convenablement choisie; on obtient aisément un son très pur et très fixe, qui est bien la note fondamentale d'un tuyau ouvert de même longueur que la cheminée. La formule $N = \frac{V}{2L}$ se vérifie en prenant pour V un nombre tel que 360 m : sec, vitesse du son dans l'air à 50°.

Cette flamme vibrante, très photogénique, se photographie très bien, soit sur appareil fixe avec miroir tournant interposé, soit sur pellicule entraînée, soit plus simplement sur appareil photographique pivotant.

Les conditions à remplir pour que la flamme chante bien sont : bec d'autant plus fin, pression d'autant plus forte, cheminée d'autant plus étroite ($\frac{1}{15}$ à $\frac{1}{30}$ de la longueur) que la note à produire est plus aiguë.

La flamme doit se trouver environ au tiers ou au quart de la hauteur de la cheminée.

Une cloison de toile métallique, vers le haut de celle-ci, facilite la mise en vibration dans le cas d'une trop grande largeur.

Le réglage de la pression peut être facilité en intercalant entre le générateur d'acétylène et la flamme chantante un petit gazomètre régulateur.

On obtient ainsi facilement 200^{vd} par seconde ($sol_3 + 6$ battements), avec une cheminée de 90^{cm} de hauteur et 3^{cm} de largeur, que 1000^{vd} (à égale distance entre si_4 et ut_5), avec une cheminée de 18^{cm} de hauteur et $1^{cm},2$ de largeur. On peut aller même jusqu'à 1500^{vd}.

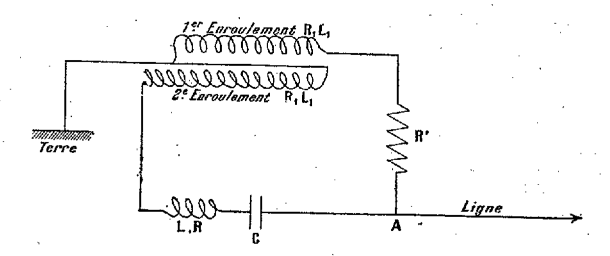
L'ajustement exact à une hauteur musicale donnée se fait sans difficulté à l'oreille, par comparaison avec un instrument de musique accordé au diapason normal (ou encore un sonomètre), et en modifiant peu à peu la longueur du tuyau, grâce à un prolongement métallique coulissant sur le verre. Cet ajustement peut se faire à 1 pour 100 près.

Ce dispositif m'a servi à mesurer les durées d'ouverture des obturateurs photographiques, par une méthode que j'avais précédemment proposée en utilisant l'arc électrique par courants alternatifs.

Il s'applique aussi bien à d'autres mesures analogues, études de mouvements, etc. On peut l'utiliser en se servant soit de la photographie, soit de dispositions stroboscopiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un moyen de supprimer les troubles causés aux lignes télégraphiques par les lignes d'énergie.* Note de M. **Girousse**, présentée par M. G. Lippmann.

Pour faire disparaître les troubles qu'apportent au fonctionnement des récepteurs télégraphiques les lignes d'énergie à courant alternatif, certains auteurs, et en particulier M. Voisenat, ont indiqué un procédé qui consiste à utiliser des récepteurs différentiels; l'un des enroulements est monté en série avec une capacité et une self, l'autre avec une résistance; les deux enroulements travaillent en opposition; les connexions sont établies comme l'indique le schéma ci-dessous. Toutefois, d'après les auteurs, ce procédé



présente, en dehors de l'augmentation de dépenses qu'il entraîne, des inconvénients techniques très sérieux : tensions trop élevées, intensités trop considérables. Mais une étude approfondie de la question montre qu'il est possible, grâce à des dispositions convenables, d'éviter pratiquement ces inconvénients.

Nous avons pour cela déterminé les conditions dans lesquelles devait être réalisé ce dispositif pour que, d'une part, l'action des courants parasites fût complètement éliminée; d'autre part, pour que le fonctionnement en courant continu fût normal.

Les deux enroulements doivent être aussi identiques que possible; le mieux est d'enrouler sur chaque noyau des électros un câble à deux conducteurs. De cette façon, les deux enroulements sont composés exactement du même nombre de spires, et leurs résistances sont très sensiblement les mêmes.

1° Ceci réalisé, pour éliminer l'action des courants parasites de pulsa-

tions ω, il faut et il suffit que les deux circuits présentent exactement la même impédance pour ces courants. Cette condition donne les équations suivantes entre la capacité C, la self L et la résistance R du premier circuit, la résistance R′ du second :

$$R = R', \quad L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0.$$

D'autre part, il est bon de se servir de bobines de self sans fer; en effet, la self d'une bobine à noyau de fer dépend essentiellement de l'intensité du courant qui le traverse; or, comme ce courant est très variable, la self varie et, par suite, l'équilibre est très difficile à réaliser.

Or, les bobines de self sans fer que l'on utilise pour des courants de l'ordre de grandeur des courants télégraphiques ont en pratique 100 ohms par henry. Cette condition pratique fournit une troisième équation qui peut s'écrire

$$R = 100 L.$$

2° Pour achever de déterminer les quatre inconnues L, C, R et R′, il faut encore une condition. Cette condition est fournie par la considération que le fonctionnement doit être satisfaisant en courant continu.

En effet, au moment où le courant de travail cesse de parcourir la ligne, les deux enroulements du récepteur constituent un circuit fermé avec la bobine de self L, R, le condensateur C et la résistance R′; dans ce circuit fermé tend à se produire un courant dû, d'une part, à la décharge du condensateur C, d'autre part à l'extra-courant dans le premier enroulement; ces deux effets s'ajoutent. Or, ce courant est nuisible parce qu'il tend à ralentir le fonctionnement de l'appareil et à faire coller les signaux. Il faut donc réduire ce courant au minimum. Ce courant sera d'autant plus faible que C sera plus petit et L plus grand. On n'est limité dans cette voie que par l'impossibilité d'augmenter outre mesure L, ce qui, d'une part, serait très coûteux et, d'autre part, nuirait à l'exploitation.

Il importe, en effet, de conserver autant que possible les intensités et les forces électromotrices usuelles. Pour que la même intensité puisse suffire, il faut donner à chacun des enroulements le même nombre de spires qu'on donne aux enroulements des récepteurs ordinaires. Ceci conduit soit à doubler le poids de cuivre immobilisé, si l'on veut avoir la même résistance; soit à doubler la résistance, si l'on veut conserver le même poids de cuivre.

De toute façon il est nécessaire d'augmenter la pile de travail : il faut, en effet, compenser la chute de tension due à la résistance R′. L'augmentation est de 20 volts environ. C'est là un inconvénient minime : actuellement, les plus fortes piles employées en France sont de 120 volts environ et il n'y a en général aucun inconvénient à atteindre 150 volts, comme l'expérience en a d'ailleurs été faite.

Ce dispositif a été expérimenté. Le courant perturbateur était celui du

Secteur de la Rive gauche, à 42 périodes. Le produit LG devait alors être égal à 14,5.

On a obtenu de très bons résultats en prenant

$$L = 10 \text{ henrys},$$
$$C = 1,45 \text{ microfarad}.$$

Avec le Morse et le Hughes et un courant perturbateur de 20 milliampères, un réglage à 10 pour 100 près suffisait.

Pour nous assurer que les dispositions proposées pouvaient donner satisfaction dans les cas les plus défavorables, nous avons envoyé dans un relais Baudot réglé normalement un courant perturbateur d'une intensité de 50 milliampères, intensité de beaucoup supérieure au maximum des courants parasites. Il a été possible de soustraire complètement le relais à l'action du courant perturbateur, et l'appareil fonctionnait parfaitement sous l'action d'un courant de travail de 5 milliampères; la capacité devait être réglée à 1 pour 100 près.

OPTIQUE. — *La relation des sinus de Abbe est une condition de stigmatisme: Condition de l'aplanétisme vrai.* Note (¹) de M. **R. Boulouch**, présentée par M. E. Bouty.

I. En un point d'un système optique, il y a *stigmatisme rigoureux* si, la caustique de ce point se réduisant à un point, le système transforme un faisceau conique d'ouverture quelconque en un autre faisceau conique.

On pourra dire qu'il y a *quasi-stigmatisme* si la correspondance a lieu pour des faisceaux coniques de faible ouverture, les deux focales du point-objet étant confondues sur l'axe du faisceau émergent.

Si deux surfaces S de l'espace-objet, S′ de l'espace-image ont pour tous leurs couples de points une correspondance stigmatique rigoureuse, c'est l'*aplanétisme parfait*, celui des surfaces sphériques stigmatiques du dioptre.

Si par une diaphragmation convenable en un point A, on a pu déterminer deux surfaces Σ, Σ′ dont tous les points soient quasi-stigmatiques, on dira qu'il y a *quasi-aplanétisme* de ces surfaces, par rapport au point A.

On réservera le nom d'*aplanétisme élémentaire vrai* au stigmatisme rigoureux des points d'un élément de *surface* normal à l'axe.

(¹) Présentée dans la séance du 26 juin 1911.

Enfin, si le stigmatisme rigoureux étant réalisé pour un point de l'axe, un point situé à une distance infiniment petite donne naissance, sur un rayon quelconque, à deux focales dont l'écartement soit du second ordre, nous dirons qu'il y a *pseudo-aplanétisme*; c'est le cas du centre du dioptre. Si même cette dernière condition n'est pas réalisée, le point sur l'axe sera dit *point stigmatique singulier*.

Cela posé, la relation qui, dans le dioptre, lie les positions de deux focales sagittales se correspondant sur deux rayons conjugués, peut être mise sous la forme

$$(1) \qquad \frac{1}{ns\sin^2 u} - \frac{1}{n_1 s_1 \sin^2 u_1} = \frac{1}{R\sin\theta}\left(\frac{1}{n_1\sin u_1} - \frac{1}{n\sin u}\right),$$

u, u_1 angles avec l'axe de deux rayons conjugués; s, s_1 distances des focales aux points où les rayons rencontrent l'axe; n, n_1 indices; A chacun des dioptres centrés sur le même axe correspondra une équation de même forme; on pourra, par simple addition, éliminer toutes les abscisses intermédiaires, et u', s', n' étant les quantités relatives au dernier milieu, on aura

$$(2) \qquad \frac{1}{ns\sin^2 u} - \frac{1}{n's'\sin^2 u'} = S;$$

si, s, s' étant les abscisses de deux focales sagittales voisines de l'axe, nous représentons par $s+\rho$, $s'+\rho'$ les abscisses de deux focales sagittales correspondantes quelconques; on pourra écrire

$$\frac{1}{ns\sin^2 u} - \frac{1}{n's'\sin^2 u'} = \frac{1}{n(s+\rho)\sin^2 u} - \frac{1}{n'(s'+\rho')\sin^2 u'},$$

qui se transforme aisément en

$$(3) \qquad \frac{n\sin^2 u s^2}{\rho} + ns\sin^2 u = \frac{n'\sin^2 u' s'^2}{\rho'} + n's'\sin^2 u'.$$

Pour que les points B, B' d'abscisses s, s' et de distance à l'axe h, h', soient en correspondance stigmatique, il faut que, pour tous les rayons du faisceau situés dans la section principale, on ait à la fois

$$(4) \qquad s\sin u = h, \qquad s'\sin u' = h'.$$

Substituant dans (3) on obtient

$$(5) \qquad \frac{nh}{n'h'} = \frac{\sin u' + \dfrac{h'}{\rho'}}{\sin u + \dfrac{h}{\rho}};$$

ρ et ρ' peuvent être pris très différents de zéro.

Si les points B, B' viennent sur l'axe en A, A', h et h' s'annulent et l'on a

$$\text{limite de } nh : n'h' = \sin u'_0 : \sin u_0.$$

Or, sauf pour les points stigmatiques singuliers, $\frac{nh}{n'h'}$ prend la valeur du rapport de convergence aux points A, A' et l'on a

$$\sin u'_0 : \sin u_0 = \gamma, \tag{6}$$

condition de stigmatisme du point A, *situé sur l'axe*.

Cette condition étant incompatible avec la condition d'Herschel, on peut énoncer la proposition suivante :

Si deux points de l'axe d'un système centré se correspondent stigmatiquement, une telle correspondance ne peut exister pour des points de l'axe voisins des premiers.

II. Soient AB, A'B' deux éléments linéaires normaux à l'axe et de hauteurs h, h'; exprimons que le point S d'abscisses ρ par rapport à B, ρ_0 par rapport à A est le second point quasi-stigmatique des rayons AS, BS, on devra avoir

$$h + \rho \sin u = \rho_0 \sin u_0, \qquad h' + \rho' \sin u' = \rho'_0 \sin u'_0,$$

et l'équation (5) devient

$$\frac{nh}{n'h'} = \frac{\rho}{\rho'} \frac{h' + \rho' \sin u'}{h + \rho \sin u} = \frac{\sin u'_0}{\sin u_0} \frac{\rho'_0}{\rho_0} \frac{\rho}{\rho'};$$

mais A et A' étant stigmatiques, h et h' infiniment petits

$$nh : n'h' = \gamma = \sin u'_0 : \sin u_0,$$
$$\rho : \rho_0 = \rho' : \rho'_0, \qquad (\rho_0 - \rho) : \rho_0 = (\rho'_0 - \rho') : \rho'_0;$$

mais l'application du principe de Fermat conduit à

$$n(\rho_0 - \rho) = n'(\rho'_0 - \rho');$$

la condition de l'aplanétisme vrai est donc

$$n\rho_0 = n'\rho'_0, \qquad n\rho = n'\rho', \qquad n x_0 = n' x'_0;$$

la dernière relation, lorsque le point S est situé sur l'axe, détermine deux points S, S' dont le rapport de convergence est inverse de celui des points A, A'; ce sont les points inverses. Dès lors : si un système centré, stigmatique

aux points A, A′ est en outre aplanétique en ces points, il existe nécessairement deux surfaces quasi-aplanétiques par rapport à ces points, qui rencontrent l'axe aux points inverses de A, A′.

C'est une condition de l'aplanétisme vrai.

CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE. — *Sur le développement des images photographiques après fixage.* Note de MM. **A.** et **L. Lumière** et **A. Seyewetz**, présentée par M. A. Haller.

En utilisant un révélateur physique complexe dont la composition a été indiquée pour la première fois par Neuhauss (¹), on sait qu'on a pu parvenir à développer les images photographiques latentes sur plaques au gélatino-bromure d'argent, après fixage dans l'hyposulfite de soude.

Ce procédé n'a pu donner des résultats acceptables qu'à la condition de surexposer fortement les préparations sensibles employées dans le but qui nous occupe.

Lorsqu'on veut développer après fixage par les procédés décrits, il faut, en effet, multiplier par 20 environ le temps d'exposition qui aurait été nécessaire dans le cas d'une opération photographique normale, dans laquelle le développement précéderait le fixage.

Nous avons cherché à remédier aux inconvénients du procédé Neuhauss qui nécessite un trop long temps de pose, qui est compliqué et d'une application délicate, les images n'étant convenables qu'à la condition de conduire le développement avec lenteur.

Nous avons aussi examiné la possibilité de remplacer les sels d'argent qui entrent dans la composition du bain révélateur par d'autres sels métalliques.

Nos essais nous ont vite démontré que les conditions du fixage préalable jouent un rôle important dans le résultat final.

En employant pour ce fixage des solutions d'hyposulfite de soude de plus en plus diluées, nous avons constaté que la surexposition devenait de moins en moins nécessaire, le titre optimum du bain de fixage nous a paru être de 2 pour 100 environ. Avec cette précaution, le coefficient de surexposition tombe de 20 à 4 pour les plaques lentes, et à 6 pour les plaques rapides.

Les solutions saturées de sulfite de soude, employées comme fixateur,

---

(¹) Neuhauss, *Photographische Rundschau*, 1898, p. 257; 1904, p. 54.

nous ont fourni des résultats meilleurs encore dans le cas de plaques lentes à grains fins, mais elles ne peuvent convenir pour les plaques rapides, le fixage devenant démesurément trop long.

A. *Développement au moyen des sels d'argent.* — Parmi les nombreux sels d'argent que nous avons employés, le sulfite double d'argent et de sodium nous a paru remplir les meilleures conditions.

Nous avons donc substitué au révélateur compliqué de Neuhauss, la formule suivante :

Solution A (¹).

Eau	1000
Sulfite de soude anhydre	180
Nitrate d'argent	75

Solution B.

Eau	1000
Sulfite de soude anhydre	20
Paraphénylène-diamine	20

On emploie pour une plaque 13 × 18 :

Solution A	150$^{cm^3}$
Solution B	20$^{cm^3}$

Dans la solution B on peut remplacer la paraphénylène-diamine par la même quantité d'une des substances révélatrices suivantes : métol, hydroquinone, acide pyrogallique, qui permettent de développer plus rapidement que la paraphénylène-diamine, mais le révélateur se trouble beaucoup plus vite qu'avec cette dernière et dépose de l'argent sur l'image.

On peut faire varier la rapidité du développement en augmentant ou en diminuant la proportion de solution développatrice indiquée dans la formule ci-dessus, les variations dans la durée du développement produisent des changements de couleur de l'image finale. En outre, plus on accélère le développement, plus le bain se trouble plus rapidement.

B. *Développement au moyen des sels de mercure.* — Nous avons tenté de remplacer le sel d'argent dans le révélateur que nous avons indiqué plus

(¹) Cette formule a été publiée dernièrement par M. Chanoz à qui nous l'avions communiquée, à propos du développement après fixage des impressions obtenues avec les rayons X (*Comptes rendus*, t. 152, p. 1576). M. Chanoz en a obtenu ainsi de bons résultats pour le développement après fixage des impressions radiographiques.

haut, par d'autres métaux dont les sulfites sont solubles dans un excès de sulfite de sodium. Le mercure seul nous a donné des résultats intéressants et, dans certains cas, le sel de mercure nous paraît même devoir être préféré au sel d'argent, parce qu'il donne des images moins dichroïques et plus opaques.

En outre, par un développement prolongé, les images ont moins de tendances à voiler.

Enfin, les révélateurs mercuriques restent beaucoup plus longtemps limpides que les révélateurs argentiques et ne laissent déposer aucun précipité sur les images, même après un très long traitement.

Par contre, les bains à base de mercure agissent lentement et donnent des images à contrastes marqués, surtout dans les cas de sous-exposition.

Nos nombreux essais nous ont conduits à la formule suivante :

Solution A.

Eau	1000
Sulfite de soude anhydre	180
Bromure mercurique	9

Solution B.

Eau	1000
Sulfite de soude anhydre	20
Métol	20

Pour une plaque 13 × 18, on emploie :

Solution A	150^{cm^3}
Solution B	30^{cm^3}

Dans tous les cas, qu'il s'agisse de révélateur à base de sels d'argent ou de mercure, le fixage des images avant développement doit avoir lieu dans une solution d'hyposulfite de soude à 2 pour 100, comme nous l'avons montré plus haut.

CHIMIE. — *Sur l'extraction des gaz du cuivre chauffé dans le vide.* Note de M. **Marcel Guichard**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Lorsqu'on soumet à l'action de la chaleur, dans le vide, divers échantillons de cuivre, on observe toujours, dans les premières heures, un dégage-

ment gazeux très notable. Ensuite ce dégagement devient presque insensible. Il est alors nécessaire, pour ne pas trop prolonger les expériences, de déterminer les accroissements de pression à l'aide d'une jauge sensible de Mac Leod (¹), appareil dont j'ai déjà eu l'occasion de recommander l'emploi pour des études de ce genre. La connaissance du volume total de l'appareil déterminé par la méthode que j'ai indiquée (²), permet de calculer les très faibles volumes gazeux dégagés dans des temps donnés. On peut suivre ainsi, d'une façon suffisamment précise, la marche de l'extraction des gaz.

L'exemple suivant montre l'abaissement considérable de la vitesse de dégagemement après quelques heures :

a. Fil de cuivre de $\frac{1}{10}$ de millimètre de diamètre; pour 100g, surface : 4493cm².

	Moyenne par heure.
A 600°, en 7h, 6cm³,56 de gaz	0cm³,93
Ensuite à 600° pendant 7h	0cm³,009

Lorsque le régime de dégagement très lent est atteint, si le cuivre présente une très grande surface relative, la vitesse de dégagement paraît rester constante pendant très longtemps. Exemple :

b. Fil de $\frac{3}{10}$ de millimètre de diamètre; surface 1495cm² pour 100g.

A 630°, en 7h, gaz dégagés 8cm³,5

	Moyenne par heure. cm³
Ensuite, à 630°, pendant 1h	0,078
» 630°, pendant 7h	0,022
» 630°, pendant 7h	0,022

Ces dégagements lents ne peuvent d'ailleurs être attribués aux parois du tube de verre chauffé, ainsi que je l'ai établi (²).

Avec un cuivre à faible surface, j'ai observé que le dégagement se ralentit jusqu'à devenir insensible; mais si on laisse alors reposer le cuivre plusieurs heures, à froid, il redonne un nouveau dégagement qui s'affaiblit, s'annule, et reparaît après repos, et ainsi de suite. Exemple :

c. Baguettes de cuivre coupées dans une plaque électrolytique; surface environ 200cm² pour 100g.

(¹) *Philosoph. Mag.*, t. XLVIII, 1874, p. 110.

(²) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 439.

	Gaz dégagés.
A 600°, en 3^h	$1^{cm^3},63$

	Moyenne par heure. cm³
Ensuite, à 600°, pendant $1^h 30^m$	0,029
Ensuite, à 600°, pendant 7^h	0,006

Après 16 heures de repos à 15° :

A 600°, pendant $3^h 25^m$	0,066
Ensuite, à 600°, pendant $4^h 25^m$	0,000

Après 17 heures de repos :

A 600°, pendant 3^h	0,012
Ensuite, à 600°, pendant $4^h 20^m$	0,001

Ceci paraît montrer que la diffusion des gaz à travers le cuivre solide est extrêmement lente.

Une expérience directe le démontre :

Un fil de $1^{mm},5$ de diamètre donne, pour 100^g :

	Moyenne par heure.
A 600°, pendant $3^h 20^m$	$0^{cm^3},65$
Puis à 600°, pendant 1^h	$0^{cm^3},007$

On enlève alors à la lime et au papier d'émeri la partie superficielle de ce fil, de façon à réduire le diamètre moyen à $1^{mm},2$; il donne alors pour 100^g :

	Moyenne par heure.
A 600°, pendant $2^h 15^m$	$0^{cm^3},13$
Puis à 600°, pendant 1^h	$0^{cm^3},009$

La couche superficielle du fil semble donc se vider de gaz, avant que les gaz des couches profondes arrivent par diffusion jusqu'à la surface.

Des essais réalisés au-dessus du point de fusion du cuivre n'ont pas permis une élimination rapide des gaz du cuivre sous une pression de $0^{mm},001$, et le métal solidifié présente des cavités nombreuses, produites par un dégagement de gaz au moment de la solidification.

Du reste, une grande élévation de température ne doit pas favoriser l'expulsion des gaz du métal, car leur solubilité croît en même temps que la température. D'autre part, l'abaissement de la pression au-dessus du

cuivre fondu ne favorise pas l'expulsion des gaz autant qu'on pourrait l'espérer, puisque la solubilité des gaz varie ici seulement comme les racines carrées de la pression (¹).

En limitant l'évaluation des gaz à la portion superficielle qui se dégage rapidement dans les premières heures, on trouve donc pour 100g et pour 100cm² de surface :

	Pour 100g.	Pour 100cm².
	cm³	cm³
Cuivre *a*, fil de $\frac{1}{10}$ de millimètre	6,56	0,14
Cuivre *b*, fil de $\frac{8}{10}$ de millimètre	8,5	0,57
Cuivre *c*, baguettes	1,63	0,81

On voit que 100g de cuivre à grande surface (*a*, *b*) donnent plus de gaz en quelques heures que 100g de cuivre à faible surface (*c*). Une même surface donne moins de gaz pour les cuivres en fils que pour les cuivres en morceaux.

La composition des gaz dégagés donne, rapportée à 1cm³ :

	CO^2.	CO.	H + Az.	H.
a. Fil de $\frac{1}{10}$ électrolytique.....	0,62	0,00	0,38	»
b. Fil de $\frac{3}{10}$..................	0,75	0,12	0,12	»
c. Baguettes électrolytiques ...	0,33	0,09	0,57	»
c. Id. fondues, à 1200°........	0,6	0,1	»	0,26 (²)

Conclusion. — L'élimination totale, par la chaleur, des gaz du cuivre, paraît difficilement réalisable; elle exige, en tout cas, dans le vide, un grand nombre d'heures et ne doit être tentée que sur un métal à très grande surface.

L'extraction des gaz par réaction chimique confirme cette conclusion, comme je le montrerai bientôt.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lactonisation des éthers α-cétoniques.* Note de M. **H. Gault**, présentée par M. A. Haller.

Les éthers adipiques jouissent de la propriété bien connue et mise en

(¹) Sieverts, *Z. f. Elektr.*, t. XVI, 1910, p. 707.

(²) Les gaz du tube de porcelaine peuvent venir ici en petite quantité s'ajouter à ceux du cuivre (*Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 442).

évidence par Dieckmann [1], de se cycliser dans certaines conditions en donnant naissance à des éthers cyclopentanone-monocarboniques. J'ai tenté d'appliquer cette réaction à l'éther α-cétoadipique [2] dans le but d'obtenir des éthers cyclopentanedione-monocarboniques dont l'étude n'a pas encore été faite; les résultats auxquels je suis parvenu, et dont l'exposé forme l'objet de cette Note, ont été tout différents de ceux que j'étais en droit de prévoir et m'ont conduit à étendre mes recherches à un certain nombre d'éthers α-cétoniques.

L'éther α-cétoadipique et, en général, les éthers des α-cétomonoacides et des α-cétodiacides donnent lieu, sous l'influence de divers agents de condensation, à une lactonisation qui s'effectue par élimination d'une molécule d'alcool entre deux molécules d'éther cétonique :

$$\begin{array}{l} \quad\quad\quad\;\; R \\ \quad\quad\quad\;\; | \\ COOH - CO \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad\quad COOH \\ \quad\quad\quad\quad\quad\quad / \\ \quad\quad\; CH^2 - CO \\ \quad\quad\;\; | \\ \quad\quad\;\; R' \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad R \\ \quad\quad\quad\quad | \\ COOH - C - OH \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad\quad COOH \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad / \\ \quad\quad\quad\; CH - CO \\ \quad\quad\quad\quad | \\ \quad\quad\quad\quad R' \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \quad\quad\quad\quad R \\ \quad\quad\quad\quad | \\ COOH - C - O \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\quad\; \rangle CO \\ \quad\quad\quad\; C = C \\ \quad\quad\quad\quad | \quad\;\; | \\ \quad\quad\quad\;\, R' \quad OH \end{array}$$

Mes premières recherches, limitées tout d'abord, comme je viens de le dire, à l'éther α-cétoadipique, ont été étendues aux autres termes de la série : éther α-cétoglutarique et éther α-cétosuccinique (éther oxalacétique) et, d'autre part, à l'éther pyruvique.

Tous ces éthers se lactonisent très facilement, en particulier sous l'influence de l'éthylate de sodium, de l'acide sulfurique, de l'acide chlorhydrique et des amines. Les éthers cétolactone-carboniques obtenus sont en général des liquides visqueux, indistillables sans décomposition, même sous pression réduite (à l'exception de la lactone correspondant à l'éther oxalacétique). Ils jouissent de propriétés acides caractéristiques, sont solubles dans les bicarbonates et les carbonates alcalins, ce qui, dans la plupart des cas, permet de les séparer très facilement des éthers primitifs. Ils donnent des réactions caractéristiques de l'oxhydryle énolique, colorent le perchlorure de fer en rouge violacé, réduisent le nitrate d'argent ammoniacal et fournissent les dérivés acylés correspondants (dérivés benzoylés). En dehors de la lactone correspondant à l'éther pyruvique, ils ne semblent pas réagir sous la forme cétonique.

---

(1) *Berichte*, t. 27, p. 103.

(2) *Comptes rendus*, t. 148, p. 1113.

Éther α-céto-γ-valérolactone-γ-carbonique. — Des recherches antérieures ont montré que l'acide pyruvique se lactonise à la longue, ou un peu plus rapidement, en présence de petites quantités d'acide chlorhydrique ou sulfurique, en donnant naissance à l'acide cétovalérolactonecarbonique (¹) (acide parapyruvique). Le pyruvate d'éthyle se lactonise, au contraire, avec une extrême facilité sous l'influence de l'éthylate de sodium, des amines et de l'acide sulfurique.

On fait agir à 0° 2^mol de pyruvate d'éthyle sur une molécule d'éthylate de sodium en suspension dans l'éther absolu. L'éthylate se dissout rapidement, puis le sel de sodium de l'éther cétovalérolactone-carbonique commence à se déposer. On laisse reposer 24 heures, et l'on essore rapidement en lavant plusieurs fois à l'éther absolu. Rendement : 90 pour 100. On décompose le sel de sodium par l'acide sulfurique étendu à froid, et l'on épuise à l'éther la solution acide saturée de sulfate d'ammoniaque. Rendement : 70 pour 100. La lactonisation par les amines s'effectue de la façon suivante : on dissout le pyruvate d'éthyle (2^mol) dans l'éther absolu, et l'on ajoute, en se maintenant à 0°, le poids correspondant de diéthylamine (1^mol). Au bout de 24 heures, on décompose par l'acide sulfurique étendu à 0° la solution éthérée souvent séparée en deux couches. La lactonisation par l'acide sulfurique s'effectue par introduction directe à 0° d'une petite quantité d'acide sulfurique dans le pyruvate d'éthyle. On verse, au bout de quelques heures, sur de la glace, et l'on épuise à l'éther. Dans ces deux derniers cas, on sépare la lactone de l'éther pyruvique inaltéré, en épuisant les solutions éthérées avec une solution de carbonate de potasse qu'il suffit ensuite de neutraliser par les acides étendus ; le rendement est inférieur à celui obtenu par la lactonisation à l'aide d'éthylate de sodium. On peut enfin lactoniser par l'acide chlorhydrique gazeux ; mais, dans ce dernier cas, il se produit une réaction accessoire et l'on observe presque uniquement la formation d'un produit signalé antérieurement par Genvresse (²), puis Simon (³).

L'éther cétovalérolactone-carbonique est un liquide légèrement coloré en jaune, et jouissant de toutes les propriétés générales indiquées précédemment. Il fournit un dérivé benzoylé, une phénylhydrazone (F. 120°-121°) et une semi-carbazone (F. vers 220°). Sa solution alcoolique, saturée à froid par l'acide chlorhydrique, donne naissance au produit de Genvresse et Simon. Il se saponifie enfin par les acides.

J'ai vérifié la constitution de cet éther en éthérifiant directement l'acide

(¹) *Annalen*, t. **317**, p. 1 ; t. **319**, p. 21.
(²) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. IX, p. 378.
(³) *Thèse*, 1895.

cétovalérolactone-carbonique dont un échantillon avait été mis obligeamment à ma disposition par M. Simon. L'éthérification qui doit être effectuée par simple chauffage à 120° de l'acide et de l'alcool, et non par l'acide chlorhydrique, m'a fourni l'éther cétovalérolactone-carbonique que j'ai identifié avec l'éther précédent par ses dérivés cétoniques.

Éther α-céto-γ-valérolactone-β-carbonique-γ-acétique (lactone oxalocitrique). — La lactone oxalocitrique a été étudiée et préparée par Wislicenus ([1]). L'éthylate de sodium seul convient à sa préparation directe. On l'obtient indirectement à partir du sel de diéthylamine de l'éther oxalacétique. La lactonisation par les acides n'a pas jusqu'à présent donné de résultats, la séparation de la lactone et de l'éther oxalacétique étant difficile à réaliser. Je me réserve de publier dans la suite les résultats obtenus dans la saponification de cette lactone.

Éther α-céto-γ-valérolactone-γ-carbonique-β-acétique-γ-propionique : $C^{16}H^{22}O^{9}$. — L'éther α-cétoglutarique se lactonise par toutes les méthodes générales. Le rendement obtenu avec l'éthylate de sodium est quantitatif; il est toutefois à noter que le sel de sodium de la cétolactone reste en solution. L'éther cétovalérolactone-carbonique-acétique-propionique, liquide indistillable, jouit des propriétés générales indiquées au début de cette Note. Il m'a été impossible, par contre, d'obtenir un seul dérivé de la fonction cétone et cet éther semble réagir uniquement sous la forme énolique. Il fournit un dérivé benzoylé non cristallisé et se saponifie très facilement sous l'influence de l'acide chlorhydrique étendu à l'ébullition en perdant une molécule d'acide carbonique.

Éther α-céto-γ-valérolactone-γ-carbonique-β-propionique-γ-butyrique : $C^{18}H^{26}O^{9}$. — L'éther α-cétoadipique se comporte exactement comme l'éther α-cétoglutarique et se saponifie aussi facilement en donnant naissance à des produits différents suivant les conditions dans lesquelles on effectue la saponification.

([1]) *Annalen*, t. 295, p. 349.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation de quelques acides benzyl-dialcoylacétiques dissymétriques.* Note de M. **Ph. Dumesnil**, présentée par M. A. Haller.

Dans une série de Notes [1] MM. Haller et Bauer ont montré que les cétones de la forme $R.CH^2.CO.C^6H^5$ pouvaient, par l'action de l'amidure de sodium et des éthers halogénés, être transformées d'abord en dialcoyl-acétophénones, puis en trialcoylacétophénones.

Ils ont établi ensuite qu'une molécule d'amidure de sodium réagissant sur une molécule de trialcoylacétophénone la scindait en donnant du benzène et une amide qui saponifiée ultérieurement permettait de passer à un acide trialcoylacétique.

Nous avons appliqué ces réactions à quelques cétones en fixant des radicaux différents de façon à obtenir des acides possédant un atome de carbone asymétrique.

Nous avons préparé les cétones, amides et acides suivants :

Méthyléthylacétophénone $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \end{matrix}\Big\rangle CH - CO - C^6H^5.$

Une molécule d'éthylphénylcétone dissoute dans 5^{vol} de benzène anhydre est additionnée d'une molécule de NH^2Na finement pulvérisé. On maintient 5 heures à la température d'ébullition du solvant, puis sur le dérivé sodé ainsi obtenu on fait tomber goutte à goutte une molécule d'iodure d'éthyle et l'on maintient encore l'ébullition pendant 1 heure. Le produit de la réaction est décomposé par l'eau ; on recueille la solution benzénique surnageante qu'on lave, d'abord à l'eau chlorhydrique, puis à l'eau distillée. On sèche sur du sulfate de soude anhydre, puis on distille le benzène. Enfin le résidu est fractionné à plusieurs reprises avec une puissante colonne. On sépare ainsi de l'éthylphénylcétone inaltérée la méthyléthylacétophénone avec un rendement de 70 pour 100.

La méthyléthylacétophénone est un liquide incolore, bouillant à 109° sous 10^{mm}.

Méthyléthylbenzylacétophénone $\begin{matrix} CH^3 \\ C^2H^5 \\ C^6H^5.CH^2 \end{matrix}\Big\rangle C - CO - C^6H^5.$

[1] *Comptes rendus*, t. 148, p. 70, 127; t. 149, p. 5.

En opérant comme ci-dessus, on obtient par l'action de NH^2Na et du chlorure de benzyle sur la cétone précédente, la méthyléthylbenzylacétophénone, liquide incolore bouillant à 201° sous 18mm. Rendement : 50 pour 100.

Amide méthyléthylbenzylacétique
$$\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ C^2H^5 - C - CONH^2. \\ C^6H^5.CH^2 \diagup \end{matrix}$$

On obtient cette amide en maintenant pendant 6 heures à l'ébullition 1mol de la cétone précédente dissoute dans du xylène additionné de 1mol de NH^2Na et d'une trace d'eau. En décomposant ensuite par l'eau le produit de la réaction, on obtient du benzène et l'amide cherchée.

C'est un liquide jaune que les fractionnements ne permettent pas d'isoler à l'état pur.

Acide méthyléthylbenzylacétique :
$$\begin{matrix} CH^3 \diagdown \\ C^2H^5 - C - CO^2H. \\ C^6H^5.CH^2 \diagup \end{matrix}$$

L'amide précédente n'a pu être saponifiée par l'acide nitreux (méthode de Bouveault). Nous n'avons pu obtenir l'acide qu'en la chauffant pendant 10 heures à 150° en tube scellé avec de l'acide sulfurique à 50 pour 100.

On sépare ensuite l'acide méthyléthylbenzylacétique sous la forme d'un liquide incolore bouillant à 180° sous 18mm.

Abandonné à lui-même, l'acide finit par cristalliser en tables fondant à 31°.

Éthylpropylacétophénone
$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^3H^7 \end{matrix} > CH - CO - C^6H^5.$$

On prépare cette cétone par l'action de NH^2Na et de l'iodure de propyle sur la propylphénylcétone dissoute dans le benzène.

C'est un liquide incolore bouillant à 138° sous 19mm. Le rendement est de 60 pour 100.

Éthylpropylbenzylacétophenone
$$\begin{matrix} C^2H^5 \diagdown \\ C^3H^7 - C - CO - C^6H^5. \\ C^6H^5.CH^2 \diagup \end{matrix}$$

Elle est obtenue à partir de la cétone précédente par l'action de l'amidure de sodium et du chlorure de benzyle au sein du benzène.

On sépare avec un rendement de 30 pour 100 un liquide incolore bouillant

à 223° sous 20^{mm}. C'est la cétone cherchée qui cristallise par refroidissement.

Recristallisée dans l'alcool, elle se présente sous forme de prismes fondant à 52°.

Amide éthylpropylbenzylacétique $\begin{matrix} C^2H^5 \searrow \\ C^3H^7 - C - CONH^2 \\ C^6H^5.CH^2 \nearrow \end{matrix}$. — Au sein du xylène bouillant et en présence d'amidure de sodium et d'une trace d'eau, la cétone précédente se scinde en donnant du benzène et l'amide cherchée.

Toutefois, ici, cette réaction n'est que secondaire. La réaction dominante a lieu d'après les équations suivantes :

$$\begin{matrix} C^2H^5 \searrow \\ C^3H^7 - C - CO - C^6H^5 \\ C^6H^5.CH^2 \nearrow \end{matrix} + NH^2Na = \begin{matrix} C^2H^5 \searrow \\ C^3H^7 - C \\ C^6H^5.CH^2 \nearrow \end{matrix} - C \begin{matrix} \nearrow C^6H^5 \\ - ONa, \\ \searrow NH^2 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} C^2H^5 \searrow \\ C^3H^7 - C \\ C^6H^5.CH^2 \nearrow \end{matrix} - C \begin{matrix} \nearrow C^6H^5 \\ - ONa \\ \searrow NH^2 \end{matrix} + H^2O = \begin{matrix} C^2H^5 \searrow \\ C^3H^7 - CH \\ C^6H^5.CH^2 \nearrow \end{matrix} + C^6H^5.CONH^2 + NaOH.$$

Benzyl-3-hexane $\begin{matrix} CH^3 - CH^2 - CH - CH^2 - CH^2 - CH^3 \\ | \\ CH^2 - C^6H^5 \end{matrix}$. — Nous avons isolé par une série de fractionnements le carburé prévu par les équations précédentes.

Le benzyl-3-hexane est un liquide incolore bouillant à 117° sous 18^{mm}.

Acide éthylpropylbenzylacétique $\begin{matrix} C^2H^5 \searrow \\ C^3H^7 - C - CO^2H \\ C^6H^5.CH^2 \nearrow \end{matrix}$. — Il est obtenu par saponification de l'amide correspondante en tube scellé à 150° avec l'acide sulfurique à 50 pour 100.

C'est un liquide incolore, bouillant à 200° sous 18^{mm}.

Nous continuons l'étude des produits ci-dessus et de leurs dérivés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de quelques dérivés nitrés obtenus dans l'action de l'acide azotique sur les aloïnes.* Note de M. **E. Léger**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Il y a quelque temps (¹), je montrais que, par l'action de NO^3H sur la barbaloïne et sur l'isobarbaloïne, il se forme, dans certaines circonstances, de l'aloémodine tétranitrée. Je signalais aussi la transformation de ce corps en acide trinitro-2.4.6-*m*-oxybenzoïque et en acide chrysammique, en même temps que j'émettais l'hypothèse de la formation intermédiaire de rhéine tétranitrée.

Bien que nous sachions que la plupart de ces composés sont des dérivés de la β-méthylanthraquinone, nous ne connaissons pas encore complètement les positions occupées par les groupes substitués sur les noyaux benzéniques de cette β-méthylanthraquinone. Le présent travail a pour but de combler cette lacune et aussi de rechercher le mécanisme de la formation de l'acide *m*-oxybenzoïque trinitré.

Sans cependant fournir de preuves, MM. Robinson et Simons (²) en représentent l'acide chrysammique par la formule I.

OH CO OH
NO^2 2 1 NO^2
NO^2 CO NO^2
I.

OH CO OH
NO^2 NO^2
CH^2OH
NO^2 CO NO^2
II.

L'acide chrysammique, se formant par l'action de NO^3H sur l'aloémodine nitrée, cette dernière ne peut être représentée que par la formule II, en supposant exacte la formule I.

Pour expliquer la production de l'acide trinitro-2.4.6-*m*-oxybenzoïque aux dépens de l'aloémodine tétranitrée, on peut admettre que le groupe CH^2OH sera oxydé en CO^2H et que l'acide oxybenzoïque nitré prendra naissance par rupture du noyau anthraquinonique.

Cependant, Schardinger (³) a observé la formation d'un acide oxyben-

(¹) *Comptes rendus*, t. 151, p. 1128.
(²) *Chem. Society*, t. XXV, p. 76.
(³) *D. chem. Gesell.*, t. VIII, p. 1487.

zoïque trinitré en faisant agir NO^3H (dens. 1,4) sur l'acide anthraflavique impur (anthraflavone), c'est-à-dire sur un dérivé anthraquinonique ne renfermant ni CO^2H, ni groupement susceptible de se transformer en CO^2H par oxydation.

De nouvelles expériences étaient donc nécessaires pour arriver à une conclusion. C'est ainsi que j'ai été amené à faire agir NO^3H sur l'acide chrysammique pur, composé ne renfermant pas le groupe CO^2H.

Tout d'abord, il m'a fallu, par une expérience nouvelle, déterminer la quantité d'acide trinitro-*m*-oxybenzoïque qui se forme dans l'action de NO^3H sur l'aloémodine nitrée.

Après 12 heures de chauffage à reflux avec 230^{cm^3} de NO^3H (dens. 1,32), 23^g d'aloémodine nitrée ont laissé 15^g de produit insoluble qui furent chauffés 12 autres heures avec 150^{cm^3} de NO^3H. Le poids de la matière insoluble fut réduit à 8^g.

Les caractères de cette matière, notamment sa très faible solubilité dans $C^2H^4O^2$ bouillant, permettent de la considérer comme de l'acide chrysammique; 8^g d'acide chrysammique correspondent à $8^g,56$ d'émodine nitrée.

Ainsi donc, $23 - 8,56 = 14^g,44$ d'émodine nitrée ont pris part à la réaction; ils ont fourni $2^g,35$ d'acide *m*-oxybenzoïque nitré, soit 16,27 pour 100.

Une expérience à peu près semblable a été exécutée avec l'acide chrysammique pur.

Après 6 heures de chauffage de 2^g de ce corps avec 75^{cm^3} de NO^3H (dens. 1,32), il resta $1^g,62$ de produit inattaqué. Le rendement en acide *m*-oxybenzoïque nitré fut de 16,31 pour 100, c'est-à-dire sensiblement le même que dans le cas de l'aloémodine nitrée, bien que la durée de l'expérience ait été limitée à 6 heures au lieu de 24 heures.

Dans une nouvelle expérience, j'ai remplacé l'acide NO^3H (dens. 1,32) par l'acide fumant, déjà employé par Schardinger, les autres conditions restant les mêmes. Après 4 heures 30 minutes, très peu d'acide chrysammique restait indissous; par refroidissement, des lamelles brillantes du même acide se déposèrent. $1^g,10$ d'acide chrysammique prirent part à la réaction et fournirent $0^g,315$ d'acide *m*-oxybenzoïque trinitré fondant à 186°,5 (corrigé), soit 28,63 pour 100.

Ainsi, non seulement l'acide chrysammique donne l'acide *m*-oxybenzoïque trinitré, mais le rendement obtenu est supérieur à celui qui est fourni par l'aloémodine tétranitrée. De ceci, on doit conclure que cet acide oxybenzoïque nitré n'est pas un dérivé immédiat de l'aloémodine tétra-

nitrée, mais qu'il ne se forme que lorsque celle-ci a été changée en acide chrysammique, lequel reste le véritable générateur dudit acide oxybenzoïque nitré.

La rupture du noyau anthraquinonique selon la ligne pointée (formule I), consécutive à une hydratation permet d'expliquer la formation de ce corps. Simultanément, il devrait se produire un acide nitrosalicylique, aux dépens du noyau 2, mais je n'ai pas rencontré ce corps parmi les produits de la réaction. Peut-être n'a-t-il pu résister à l'action énergique du réactif employé.

Ce mécanisme de la formation de l'acide *m*-oxybenzoïque trinitré présente un intérêt particulier, car il conduit à considérer comme exacte la formule I représentant l'acide chrysammique. C'est le premier fait expérimental qui permette de fixer la position des groupes NO^2 dans cette formule.

Les formules de l'aloémodine tétranitrée et de la rhéine tétranitrée se déduisent de celle de l'acide chrysammique. Il en est de même de celle de l'aloémodine, dont le groupe CH^2OH ne peut occuper que la position 3.

Ces faits jettent aussi une lueur nouvelle sur la constitution des aloïnes, lesquelles sont, comme je l'ai montré (¹), des glucosides dédoublables en aloémodine et arabinose *d*.

Ils permettent de penser que la molécule d'arabinose *d* se fixe, vraisemblablement, sur l'OH phénolique placé en 1 dans l'aloémodine pour donner la barbaloïne, tandis que dans la formation de l'isobarbaloïne, c'est l'OH placé en 8 qui interviendrait. L'OH alcoolique resterait libre, comme il arrive pour la salicine qui porte sa molécule de glucose non sur l'OH alcoolique, mais sur l'OH phénolique de la saligénine ; la salicine, soumise à une oxydation ménagée, se transforme, en effet, en hélicine, glucoside dédoublable, avec production d'aldéhyde salicylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un diméthyldipentène, produit de pyrogénation d'un diméthylcaoutchouc.* Note (²) de M. **A.-H. Richard**, présentée par M. A. Haller.

Le diméthyl-2.3-butadiène-1.3 est un méthyl-isoprène. Il fut découvert par Couturier qui signala sa très facile polymérisation, par la chaleur notamment, donnant naissance à un produit visqueux. Kondakow par

(¹) *Comptes rendus*, t. 150, p. 1695.

(²) Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

la suite observa que la polymérisation de ce carbure engendre une matière caoutchouteuse. Enfin, dernièrement Lebedew décrivit, comme produit de polymérisation du diméthylbutadiène, un dimère visqueux bouillant à 85° sous 25^mm et un polymère caoutchouteux.

Ayant eu comme sous-produit dans mes travaux antérieurs une importante quantité de ce carbure et guidé par son homologie de constitution avec l'isoprène dont la très facile polymérisation avait déjà été signalée depuis longtemps, j'ai abordé l'étude des produits de polymérisation du diméthylbutadiène. Or venant d'avoir connaissance de tous récents brevets français pris par les Sociétés Baeyer et Cie à Elberfeld (n° 442955) et « Badische Anilin und Soda Fabrik » (n° 417768), concernant la polymérisation du carbure de Couturier, pour l'obtention d'une matière caoutchouteuse, je crois devoir publier dès maintenant mes résultats.

Le diméthylbutadiène, soumis à l'influence prolongée du temps et de la lumière diffuse, se polymérise. Il se forme progressivement le dimère visqueux déjà décrit par Couturier et Lebedew. Ce dimère ensuite se transforme assez rapidement et complètement, même dans l'obscurité, en un produit caoutchouteux blanc ayant l'apparence de mie de pain. Ce composé flottant sur l'eau, spongieux, élastique, ressemble beaucoup aux caoutchoucs naturels par ses propriétés physiques et chimiques. Il fond vers 175° en donnant un liquide visqueux et gluant, brûle avec une flamme fuligineuse dont l'odeur rappelle celle caractéristique du caoutchouc brûlé. Les solubilités de cet homocaoutchouc sont similaires à celles des caoutchoucs naturels. Comme ces derniers, il durcit par le froid, s'amollit par la chaleur, possède la propriété de se souder à lui-même et peut donner ainsi une masse tenace, élastique, vulcanisable. Par une simple agitation de deux minutes, dans une solution sulfocarbonique de protochlorure de soufre, son point de fusion s'élève de 175° à 320° environ.

A chaud, la polymérisation du carbure de Couturier s'effectue en soumettant le carbure une trentaine d'heures à une température voisine de 150°. Dans ces conditions, on obtient un liquide visqueux, dont la vapeur d'eau sépare les carbures volatils de la masse caoutchouteuse dissoute. Mais, contrairement à ce qui se passait à froid, quelle que soit la durée de la chauffe, la polymérisation semble régie ici par un équilibre.

Dès 200°, l'homocaoutchouc, obtenu par l'un des procédés décrits plus haut, commence à se décomposer. Soumis à la distillation sèche, il se transforme intégralement en liquides volatils, tous polymères de C^6H^{10}. Par ordre de rendements croissants, j'ai obtenu :

a. Du carbure initial C^6H^{10}, bouillant à 69°-70°;

b. Un sesquihomoterpène $C^{18}H^{30}$, bouillant à 175°-180° sous 22^{mm} et de densité 0,912 à 0°;

c. Des polyhomoterpènes, bouillant plus haut sans points fixes;

d. Enfin, avec un rendement voisin de 50 pour 100, un homoterpène $C^{12}H^{20}$, liquide incolore, à odeur terpénique, entraînable à la vapeur d'eau, bouillant vers 205° à la pression ordinaire et à 97°-98° sous 22^{mm} après purification sur le sodium. Sa densité est de 0,872 à 0°.

Ce carbure $C^{12}H^{20}$ est soluble dans les dissolvants organiques usuels, mais peu dans l'alcool à 95°. Optiquement inactif; il est facilement polymérisable. Les acides sulfurique et nitrique le résinifient. Avec l'anhydride acétique et l'acide sulfurique, il donne une coloration rouge intense. En solution acétique à 0°, ce carbure fixe 2^{mol} de brome sans dégagement d'acide bromhydrique. Jusqu'ici le tétrabromure obtenu est resté visqueux, impossible donc à analyser. Espérant fixer 1^{mol} d'eau sur ce carbure, je l'ai mélangé à une solution acétonique d'acide sulfurique à 0° : il s'est résinifié. En solution sulfocarbonique à 0°, l'acide chlorhydrique gazeux et sec l'a goudronné légèrement, laissant inaltérée la majeure partie du carbure. A 150° pendant 12 heures, l'acide acétique en excès ne s'est pas uni à lui. Enfin le chlorure de nitrosyle, produit par le nitrite d'amyle et l'acide chlorhydrique en solution acétique à $-15°$, a donné avec un faible rendement le chlorhydrate du nitrosochlorure $C^{12}H^{20}, NOCl, HCl$, poudre jaune, peu soluble dans l'alcool, dont le point de décomposition instantanée est vers 160°.

M. Harriès a montré par l'oxydation à l'ozone que le caoutchouc para, produit de polymérisation de l'isoprène, est lui-même un polymère inconnu du composé fondamental

$$\begin{array}{ccccccc} & & CH^3 & & & & \\ & & | & & & & \\ CH^2 & - & C & = & CH & - & CH^2 \\ | & & & & & & | \\ CH^2 & - & CH & = & C & - & CH^2 \\ & & & & | & & \\ & & & & CH^3 & & \end{array}$$

Or la décomposition pyrogénée du para donne naissance au dipentène

$$CH^3-C\begin{array}{l}\diagup\!\!\!\!\diagup CH-CH^2 \\ \diagdown CH^2-CH^2\end{array}\!\!\!\!>CH-C\begin{array}{l}\diagup\!\!\!\!\diagup CH^2 \\ \diagdown CH^3\end{array}.$$

Avec le méthylisoprène, l'homocaoutchouc obtenu par sa polymérisation

aura, par analogie, pour constitution fondamentale

$$\begin{array}{c} \quad CH^3 \; CH^3 \\ CH^2 - C = C - CH^2 \\ | \qquad\qquad\quad | \\ CH^2 - C = C - CH^2 \\ \quad CH^3 \; CH^3 \end{array}$$

Ce serait un diméthylcaoutchouc. Sa pyrogénation engendrerait de même le diméthyl-2.4-dipentène

$$CH^3 - C \begin{cases} = C(CH^3) - CH^2 \\ - CH^2 - CH^2 \end{cases} C(CH^3) - C \begin{cases} = CH^2 \\ - CH^3 \end{cases}$$

Sa densité et ses différents indices de réfraction à 25° sont $D_4^{25} = 0,85322$; $n_\alpha = 1,47463$; $n_D = 1,47786$; $n_\beta = 1,48572$; $n_\gamma = 1,49241$.

Réfractions moléculaires.	M_α.	M_D.	M_γ.	$M_\gamma - M_\alpha$.
Calculé pour $C^{12}H^{20}$ ⊨⊨..	54,11	54,446	55,346	1,23
Observé	54,08	54,395	55,802	1,72
Exaltations	−0,03	−0,051	+0,456	+0,49

Ses réfractions moléculaires observées concordent avec la formule contenant deux doubles liaisons. La faible exaltation trouvée, sensible surtout pour la dispersion, s'explique bien par leur présence.

Grâce à l'obligeance de M. Vavon qui a bien voulu hydrogéner, selon la méthode au noir de platine (¹), un échantillon de cet homoterpène $C^{12}H^{20}$, ce dernier a fixé H^2 par molécule de carbure, donnant ainsi le composé $C^{12}H^{22}$, liquide bouillant à 93°-95° sous 20^{mm} et de densité 0,860 à 0°. Sa constitution probable, vu sa formation, serait

$$CH^3 - C \begin{cases} = C(CH^3) - CH^2 \\ - CH^2 - CH^2 \end{cases} C(CH^3) - CH(CH^3)^2$$

le triméthyl-1.2.4-isopropyl-4-cyclohexène-1. Sa densité et ses indices de réfraction à 25° sont : $D_4^{25} = 0,842307$; $n_\alpha = 1,46363$; $n_D = 1,46635$; $n_\beta = 1,47299$; $n_\gamma = 1,47856$.

Réfractions moléculaires.	M_α.	M_D.	M_γ.	$M_\alpha - M_\gamma$.
Calculé pour $C^{12}H^{22}$ ⊨...	54,482	54,841	55,765	1,283
Observé	54,345	54,618	55,843	1,498
Exaltations	−0,137	−0,223	+0,076	+0,215

(¹) VAVON, *Bull. Soc. chim.*, t. I, 1911, p. 256.

En résumé, j'ai montré, dans la présente Note, que le méthylisoprène se comporte dans sa polymérisation exactement comme l'isoprène. Sous l'influence de la lumière ou de la chaleur, il donne une masse caoutchouteuse. La distillation sèche de cette dernière produit principalement un homoterpène.

BOTANIQUE. — *La loi d'uniformité des hybrides de première génération est-elle absolue?* Note [1] de M. **Gard**, présentée par M. Guignard.

Naudin [2] a conclu de ses expériences que tous les hybrides de première génération d'un même croisement et du croisement réciproque, présentaient une grande uniformité. Ses résultats eussent été plus probants : 1° si les fleurs castrées avaient été soustraites à la visite des insectes; 2° si, disposant d'un espace suffisant, il avait pu élever tous les individus hybrides au lieu de n'en conserver, le plus souvent, qu'une faible partie. Parfois même, il ne sème qu'une portion des graines obtenues. Cependant, cette quasi uniformité d'hybrides conservés au hasard, dans un lot considérable de plantules, est en faveur de la conclusion de Naudin, bien qu'une restriction s'impose dans certains cas : beaucoup, parmi les plantes issues des croisements (parfois le plus grand nombre) sont identiques à l'espèce mère. Sans examiner l'état de leurs organes sexuels, Naudin admet qu'elles sont dues à une fécondation légitime accidentelle.

Les résultats des cas particuliers étudiés par Mendel [3] viennent à l'appui de la règle de Naudin, si bien que certains biologistes actuels sont tentés d'adopter cette dernière comme l'expression d'un dogme intangible.

Je voudrais montrer que, dans le genre *Cistus*, les faits ne sont pas aussi simples [4].

I. De la fécondation du *C. ladaniferus* par le *C. monspeliensis*, il est né douze plantes hybrides et une identique à l'espèce mère. Les premières se partagent en deux groupes bien distincts : les unes sont presque semblables à *C. monspeliensis*, les autres

---

[1] Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

[2] Ch. Naudin, *Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les végétaux* (*Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle*, t. I, 1865).

[3] G. Mendel, *Verandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn* (t. IV, 1865).

[4] Mendel lui-même a, dans le genre *Hieracium*, donné quelques exemples d'hybrides bien différents, résultant d'une même première fécondation.

à *C. ladaniferus*, surtout par le feuillage. Leurs caractères anatomiques ne sont pas non plus les mêmes et alors que les premiers ont environ 85 pour 100 de grains de pollen vides, les seconds les ont tous vides ou à peu près ([1]).

Les 13 individus issus du croisement *C. laurifolius* par *C. monspeliensis* sont loin d'être uniformes. Ici, à partir d'un type extrême, rapproché du père, il y a une série d'intermédiaires dont les plus éloignés tendent vers *C. laurifolius* par la forme des feuilles, sans d'ailleurs se rapprocher autant de cette espèce que les premiers de *C. monspeliensis*.

Ce sont des faits sensiblement analogues chez *C. populifolius* × *C. salvifolius* ([2]), où, parmi les 25 plantes, les unes sont très voisines de *C. populifolius*, d'autres sont intermédiaires avec passages du premier groupe au second. Les rameaux de celles-ci portent les uns des feuilles intermédiaires, les autres des feuilles identiques à celles de l'espèce mère, qui, dans l'ensemble, est de beaucoup prépondérante.

L'étude des caractères anatomiques permet également d'établir des groupements différents entre ces hybrides. Enfin l'état des organes sexuels n'est pas le même chez tous. La proportion des grains de pollen vides varie de 25 à 70 pour 100.

Soit encore les 170 hybrides de *C. albidus* et *C. polymorphus* subspec. *villosus*. Les uns ont les feuilles orbiculaires et pétiolées du *C. polymorphus* subspec. *villosus*, d'autres des feuilles allongées et sessiles du *C. albidus*, tandis qu'une troisième catégorie offre des formes assez variées de feuilles intermédiaires. On établit des divisions analogues en considérant, par exemple, les poils tecteurs simples, très abondants sur les sépales et pédicelles du *C. polymorphus* subspec. *villosus*, absents chez l'autre parent; ou encore les poils glanduleux unisériés.

II. L'hétérogénéité des hybrides de première génération peut résulter de ce que les hybrides réciproques présentent des différences importantes.

Un exemple remarquable est fourni par les plantes issues des *C. ladaniferus* et *C. hirsutus*. Avec le premier comme mère, 12 hybrides sont obtenus, dont les feuilles sont lancéolées; les 8 hybrides réciproques ont les feuilles ovales obtuses. Les caractères anatomiques ne font que renforcer cette séparation. Un botaniste classificateur n'hésiterait pas à en faire deux espèces distinctes.

Il n'en est pas toujours ainsi. Les différences entre individus d'un même croisement et entre hybrides réciproques peuvent être de l'ordre de variation des espèces elles-mêmes. Les seconds peuvent aussi être différents de l'ensemble, tout en ayant des individus identiques parce que les uns sont uniformes alors que ceux de la combinaison inverse sont hétérogènes.

Enfin ils peuvent être identiques, et cela de deux façons : 1° parce qu'ils sont tous uniformes; 2° parce qu'ils offrent à peu près la même hétérogénéité.

([1]) Chez les Cistes, la proportion de grains vides est faible et, selon l'espèce considérée, varie entre 0 et 10 pour 100.

([2]) Le signe × signifie *fécondé par*.

Il est des cas où la nature hybride des individus n'apparaît pas au premier examen.

Dans un certain nombre de croisements, M. Bornet a obtenu des plantes identiques à l'espèce maternelle [1]. Il a pensé, comme Naudin, qu'elles étaient dues à une fécondation légitime, et ne les a pas conservées en herbier. Mais étant donnée la rigueur de la technique de M. Bornet, j'ai émis l'opinion qu'on avait vraisemblablement affaire à de faux hybrides. Or, depuis la publication du travail ci-dessous mentionné, j'ai trouvé dans l'herbier quatre plantes identiques, qui portaient l'indication : « nées dans le semis du croisement 23 (*C. laurifolius* × *C. ladaniferus*). Bien qu'elles possèdent tous les caractères essentiels du père, leur nature hybride résulte de particularités secondaires, telles que des variations dans l'intensité des macules et la grandeur des fleurs, mais surtout dans l'altération presque complète de leur pollen.

Il y a donc, chez les hybrides de première génération dans le genre *Cistus*, tous les degrés entre l'uniformité telle que l'entendait Naudin et une hétérogénéité très marquée. Celle-ci peut exister entre individus d'un même croisement. Elle peut aussi être due à des différences importantes entre hybrides réciproques, ou enfin à la production, dans la même combinaison, d'hybrides vrais et de faux hybrides qui, dans six cas, sont du type maternel et, dans un cas, du type paternel.

PHYSIOLOGIE. — *Influence de l'oxydation sur la toxicité de l'urohypotensine.* Note de MM. J.-E. Abelous et E. Bardier, présentée par M. Ch. Bouchard.

On est naturellement enclin à penser que l'oxydation des toxines doit diminuer sinon supprimer leur action. C'est ce que nous pensions *a priori* pour l'urohypotensine. Mais l'expérience nous a montré que cette induction était erronée.

Si, en effet, on soumet l'urohypotensine à l'action de quelques substances oxydantes, non seulement sa toxicité n'est pas abolie, mais elle est au contraire considérablement accrue et modifiée quant à sa symptomatologie.

Après avoir établi, par un grand nombre d'essais, que la dose de 0g,03 [2]

(1) M. Gard, *Recherches sur les hybrides artificiels de Cistes obtenus par M. Ed. Bornet*. Premier Mémoire : *Notes inédites et résultats expérimentaux* (*Ann. Sc. nat. : Bot.*, 9e série, t. XII, p. 108).

(2) Il s'agit de 0g,03 de substance organique défalcation faite des cendres.

par kilogramme de lapin n'est jamais mortelle et ne provoque que les troubles passagers que nous avons décrits dans des Communications antérieures, nous avons fait agir sur l'urohypotensine des corps oxydants tels que le permanganate, le persulfate et le chlorate de sodium. L'oxydation se faisait à la température de 40°, pendant 2 heures. Naturellement, une solution d'urohypotensine, sans addition d'oxydants, était placée dans les mêmes conditions comme témoin.

L'urohypotensine oxydée, administrée par voie veineuse au lapin, entraîne presque immédiatement la mort. L'animal passe par une courte phase d'agitation et de dyspnée, la respiration se suspend et il tombe en proie à de violentes convulsions.

Le permanganate et le persulfate de sodium ont une action moins sûre que le chlorate, que cette inconstance soit due à une oxydation trop ou pas assez complète. L'action du chlorate est par contre régulière et constante ; c'est pourquoi nous nous sommes à peu près exclusivement servis de lui comme oxydant. De plus le chlorate de sodium présente le précieux avantage que sa toxicité propre est nulle, même à des doses bien supérieures à celles que nous avons employées.

L'oxydation de l'urohypotensine se faisait en présence d'un poids de chlorate de sodium égal au poids de la substance brute.

L'oxydation opère donc, dans les solutions d'urohypotensine, une transformation qui donne naissance à des substances très toxiques sur la nature desquelles il est difficile de nous prononcer exactement pour le moment. Nous pensons cependant qu'il s'agit de nitriles. D'une part, en effet, on sait que de tels corps peuvent prendre naissance au cours de l'oxydation ménagée des matières protéiques. D'autre part, nous avons constaté que les agents qui exercent une action antitoxique vis-à-vis de certains nitriles agissent de même vis-à-vis de l'urohypotensine oxydée.

C'est ainsi que l'hyposulfite de sodium, dont l'action antitoxique pour les nitriles a été établie par Heymans et Masoin (1898), administré préventivement au lapin, l'empêche de succomber à l'injection intraveineuse d'urohypotensine oxydée. L'alcool et les anesthésiques volatils (éther) donnés également préventivement possèdent la même propriété.

Il est donc permis de penser que l'oxydation ménagée de l'urohypotensine, dans les conditions où nous nous sommes placés, donne naissance à des nitriles doués d'une forte toxicité.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Action de la lumière émise par la lampe à mercure sur les solutions de chlorophylle.* Note de MM. **H. Bierry** et **J. Larguier des Bancels**, présentée par M. A. Dastre.

Les travaux de A. Gautier, Nencki, Schunck, Marchlewski, Willstätter et d'autres ont mis en lumière les relations qui unissent les pigments sanguins et les pigments chlorophylliens. On sait que le traitement de l'hémoglobine a donné, entre les mains de Nencki, un composé pyrollique, connu sous le nom de hémopyrrol. L'urobiline, à son tour, dériverait directement de ce dernier corps (voir Marchlewski, *Die Chemie der Chlorophylle*, p. 155). C'est également à l'hémopyrrol que conduit, d'après Marchlewski, la dégradation progressive de la chlorophylle sous l'influence des agents chimiques tels que les acides et les bases. Il nous a paru intéressant de rechercher s'il était possible, en soumettant la chlorophylle à l'action des rayons émis par une lampe à mercure en quartz, d'obtenir des substances voisines de l'urobiline.

Les solutions hydroalcooliques de chlorophylle étaient préparées au moyen de feuilles d'épinard fraîches. Les ballons de quartz qui contenaient les liqueurs étaient placés entre deux lampes disposées de telle sorte que la température ne dépassât pas 45°. Au bout de 24 à 48 heures, les solutions, vertes à l'origine, ne présentent plus qu'une teinte jaunâtre. La décoloration s'accentue si l'on prolonge l'irradiation. Nous avons noté que les solutions décolorées n'offrent pas les bandes d'absorption caractéristiques de la chlorophylle que nous observions nettement au début.

Nous avons cherché à obtenir, dans les solutions de chlorophylle exposées pendant 3 à 5 jours, les réactions de l'urobiline et de l'urobilinogène. A cet effet, les liqueurs étaient évaporées à basse température, et le résidu épuisé par le chloroforme pur. La solution chloroformique était divisée en deux portions : l'une était portée à l'ébullition après addition de *p*-diméthylaminobenzaldéhyde en solution chlorhydrique; elle prend, dans ces conditions, une coloration violet-rouge plus ou moins intense. L'autre portion, traitée par l'acide azotique au dixième, était additionnée d'acétate de zinc en solution alcoolique, puis alcalinisée par de l'ammoniaque; elle présente alors un léger dichroïsme (rouge orangé et vert). L'étude des liqueurs a été complétée par un examen spectroscopique.

Les caractères que nous venons de décrire sont précisément ceux dont se

sert Grimbert (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 4 mars 1911) pour reconnaître l'urobilinogène dans l'urine. Nous nous sommes assurés que l'urine donne avec la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde une réaction colorée tout à fait comparable à celle que nous obtenions en partant de la chlorophylle (1). Il est vraisemblable que les composés que nous avons mis en évidence ont pour origine la chlorophylle elle-même et non les impuretés qui pouvaient l'accompagner. Pour pousser plus loin l'étude chimique du phénomène, il sera nécessaire de soumettre à l'irradiation de grands volumes de liquide. Bien que nous ayons traité des quantités notables, les réactions que nous avons obtenues ne manifestaient qu'une faible proportion d'urobilinogène.

Nous avons également soumis à l'irradiation des solutions de chlorophylle dans la benzine. Ces dernières sont décolorées en peu de temps. Mais, dans ce cas, nous n'avons pas réussi à obtenir les réactions colorées de l'urobilinogène.

Nous nous proposons d'étendre cette étude aux diverses substances qu'il est possible de séparer en partant d'une solution brute de chlorophylle, ainsi qu'aux pigments du sang et de la bile (2). La méthode que nous avons appliquée est intéressante parce qu'elle paraît conduire rapidement les corps traités au terme ultime de leur dégradation.

PHYSIOLOGIE. — *Durée utile des décharges de condensateurs; expériences sur l'escargot.* Note de M. et Mme **Lapicque**, présentée par M. A. Dastre.

L'étude détaillée de l'excitation par décharges de condensateurs est intéressante pour la théorie de l'excitation électrique en général. Dans un précédent travail, nous avons examiné la durée utile de diverses décharges sur la patte galvanoscopique de grenouille (3). Les décharges les plus brèves que nous ayions pu ainsi analyser avaient une constante de temps (produit de la résistance par la capacité) de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de seconde; avec cette durée, le phénomène électrique s'écarte déjà sensiblement des formules dans lesquelles on suppose l'établissement du courant pratiquement instan-

(1) D'après Neubauer, la réaction de la *p*-diméthylaminobenzaldéhyde est positive, non seulement avec l'urobilinogène, mais, en général, avec les dérivés du pyrrol et, notamment, avec l'hémopyrrol. — Voir Erwin Rohde, *Zeits. f. physiol. Chemie*, t. XLIV, 1905, p. 161.

(2) Nous avons constaté que les solutions de bilirubine irradiées se décolorent très rapidement.

(3) *Société de Biologie*, 27 avril 1907.

tané (¹); ces décharges pourtant ne sont pas encore très brèves au point de vue physiologique ; elles atteignent le seuil avec une intensité initiale qui est seulement doublée par rapport aux excitations indéfiniment prolongées (rhéobase) ; il y a donc toute une partie de l'excitabilité qui ne peut dans ce cas être explorée avec précision.

Nous avons repris ces recherches sur une préparation d'excitabilité beaucoup plus lente. Sur un escargot (*Helix pomatia*) on excise les ganglions péri-œsophagiens, puis toute la masse viscérale ; le ganglion pédieux est mis à découvert, et l'on charge sur des électrodes quelques-uns des filets nerveux qui en partent dans le sens postérieur ; une petite lame de caoutchouc passée sous les électrodes les isole de la masse sous-jacente, tout en laissant les nerfs baignés dans une mince couche d'hémolymphe. Dans ces conditions, le pied reste immobile et étalé ; par une onde électrique convenable, on obtient une rétraction du pied, qui ensuite s'étale de nouveau ; l'excitabilité reste sensiblement constante pendant plusieurs heures. Au mois d'avril, pour une température ambiante d'environ 15°, cette préparation nous a donné en général une *chronaxie* [2] voisine de $\frac{2}{100}$ de seconde, soit environ 70 fois plus grande que celle de la patte de grenouille qui est régulièrement voisine de $\frac{3}{10000}$ de seconde.

Nous avons déterminé, suivant la même techique que précédemment mais avec le pendule de Keith-Lucas comme rhéotome, la durée utile d'une série de décharges de plus en plus brèves à partir de la zone où nous nous étions arrêtés avec la Grenouille. Voici les chiffres d'une expérience typique :

Expérience du 28 *avril*. — Température, 17°. Résistance, 56500 ω (dont 48000 en graphite). Voltage rhéobasique, 2 volts. Chronaxie, $0^s,022$.

Capacité $\times 10^8$.	Voltage liminaire.	Durée utile $\times 10^3$.	R × C $\times 10^3$.	Voltage résiduel.
105	4,0	42	59	1,9
70	5,1	26	39,5	2,6
40	6,7	16	22,5	3,3
25	8,2	12	14	3,5
10	14,0	6,5	5,6	4,5

Les trois premières colonnes donnent les chiffres expérimentaux ; dans la quatrième, les constantes de temps de chaque décharge sont obtenues en multipliant la capacité

(¹) *Société de Biologie*, 27 avril 1907. — Ce point a été vérifié par Philipson (8e *Congrès international de Physiologie*, Vienne, 1910).

(²) *Société de Biologie*, 24 juillet 1909.

par la résistance du circuit mesurée à la fin de l'expérience; dans la cinquième, le voltage auquel était encore chargé le condensateur à la fin de la partie utile est calculé par la formule $V_t = V_o e^{-\frac{t}{Rc}}$, V_o étant le chiffre de la deuxième colonne.

Sur cette expérience, comme sur toutes celles que nous avons faites, on peut lire ceci :

1° *Voltage résiduel.* — Le voltage à partir duquel la décharge devient inefficace, sensiblement égal au voltage rhéobasique pour la première capacité ainsi que pour toutes les capacités plus grandes (résultat de nos expériences précédentes), s'accroît graduellement quand la capacité diminue et peut dépasser le double du voltage rhéobasique. Ce fait est contraire à l'hypothèse de Dubois (de Berne) reprise par Cluzet comme conséquence de la loi de Weiss, à savoir que la décharge est efficace jusqu'au moment où son potentiel est tombé à la valeur de la charge liminaire d'une capacité infinie (c'est-à-dire du voltage rhéobasique). Pour que cette loi s'applique, il faudrait que la durée utile fût, pour les petites capacités, au moins double de celle que nous avons observée.

2° *Rapport de la durée utile à la constante de temps.* — Ce rapport est à peu près égal aux $\frac{3}{4}$ de RC pour la première capacité. Pour les capacités plus petites, il ne s'accroît que très peu. Ce fait s'accorde avec la théorie physicochimique dont Nernst a posé le principe. Eucken en effet [1] a calculé que la polarisation produite par une décharge de condensateur passe par un maximum au temps 0,855 RC. Pour des décharges lentes, relativement à la chronaxie en jeu, la durée utile est toujours plus brève que ce temps, comme Eucken l'a constaté d'après nos expériences antérieures; la modification d'hypothèse introduite par l'un de nous pour d'autres considérations rend bien compte de cet écart [2]; mais à mesure que la décharge se raccourcit, la durée utile doit tendre vers la valeur calculée par Eucken comme vers une limite. C'est sensiblement ce qu'on observe dans l'expérience ci-dessus et dans toutes nos expériences sur ce type.

Toutefois, pour des capacités très petites, on voit que ce rapport dépasse l'unité; nous avons obtenu une fois la valeur 2 avec $\frac{1}{100}$ de microfarad sur une résistance toujours de même ordre. Pour que cette décharge atteignît le seuil, il lui fallait une

---

(1) *Académie des Sciences de Berlin*, 14 mai 1908.

(2) *Journal de Physiologie et de Pathologie générale*, 1910, p. 699.

intensité initiale égale à 34 fois la rhéobase; elle apportait, en $\frac{1}{1000}$ de seconde. 4 fois plus d'énergie qu'une excitation moyenne en $\frac{1}{10}$ de seconde. Il ne serait pas surprenant qu'il s'introduisît ici des actions perturbatrices.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Étude graphique du travail à la lime.* Note de M. **A. Imbert**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Au moyen de dispositifs analogues à ceux que j'ai utilisés déjà pour l'étude physiologique d'un certain nombre de travaux professionnels, j'ai pu inscrire simultanément :

Les déplacements de la lime;

Les oscillations du tronc de l'ouvrier pendant le travail;

Les composantes horizontale et verticale de la main droite qui agit sur le manche de l'outil;

Les mêmes composantes de l'action exercée par la main gauche sur l'extrémité antérieure de la lime;

Le temps (battements d'un métronome).

De la comparaison des tracés ainsi obtenus avec des professionnels du travail à la lime et des apprentis, se dégagent les conclusions suivantes :

Les tracés fournis par des ouvriers habiles présentent les mêmes particularités qu'on doit dès lors regarder comme étant les caractéristiques de l'habileté de la technique professionnelles;

Les tracés fournis par des débutants sont, comme on devait s'y attendre, très différents des précédents; ces mêmes tracés présentent entre eux des dissemblances considérables, ce qui montre que les fautes de technique des apprentis varient d'un sujet à l'autre. Ces fautes de technique ne pourraient d'ailleurs être reconnues et précisées en dehors des indications objectives fournies par l'étude graphique dont il est question ici; d'autre part, la connaissance des fautes spéciales à chaque apprenti permettra d'appeler l'attention de celui-ci sur les points défectueux et d'abréger en conséquence la durée de l'apprentissage technique.

Les tracés obtenus avec un professionnel, atteint d'atrophie des muscles de l'épaule consécutive à une luxation, présentent des caractères spéciaux, qui mettent objectivement en évidence l'incapacité partielle de travail dont le sujet est encore frappé. C'est là un nouvel exemple à ajouter à ceux que j'ai antérieurement signalés, de l'importance médico-légale présentée par

l'étude directe, expérimentale et graphique du travail professionnel pour le règlement des litiges résultant des accidents du travail.

ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — *Les échanges respiratoires dans le rhumatisme articulaire chronique et les modifications qu'ils subissent par l'exercice musculaire électriquement provoqué.* Note de M. **J. Bergonié**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Dans le grand groupe des malades dont M. Bouchard a si nettement établi les affinités et qu'il a nommés, avec tant de raison, *maladies par ralentissement de la nutrition*, le rhumatisme chronique est l'une des plus communes (27 cas sur 1000 malades, d'après la statistique de M. Ch. Bouchard).

Afin de savoir par quels moyens physiothérapiques on pourrait modifier l'ensemble des phénomènes de la nutrition chez des sujets affectés de cette maladie, il fallait d'abord fixer l'état de leur métabolisme ordinaire. C'est ce qui a été fait par la mesure fréquente, pendant plusieurs semaines, de leurs échanges respiratoires dans les conditions de régime alimentaire, de température extérieure, de vêtement, de travail mécanique, de vie, en un mot, conforme aux habitudes de ces malades.

Un sujet masculin a été choisi, présentant l'ensemble des symptômes du rhumatisme articulaire chronique, c'est-à-dire dont toutes les articulations, ou à peu près, étaient affectées de craquements, avec ostéophytes révélés par la radiographie pour quelques-unes; gonflement des genoux; spondylose; gros foie; très légère obésité; psoriasis; lithiase urique et biliaire; petit alcoolisme; 52 ans; taille, $1^m,57$; poids, 65^{kg}; tour de taille, $0^m,98$; segment anthropométrique (Bouchard), 4,2; surface corporelle, 18^{m^2} environ; musculature très inférieure à la normale, atrophie même au voisinage de certaines articulations particulièrement prises; vêtement à coefficient d'utilité voisin de 3 [1] (coefficient toujours trop élevé chez ces malades); température moyenne extérieure, 18°; ration théorique alimentaire ingérée par 24 heures, entre 2500^{cal} et 3000^{cal}, et les dépassant quelquefois; travail mécanique faible, à cause des douleurs articulaires.

Les échanges étaient mesurés avec l'appareil que j'ai décrit à la Société de Biologie [2] qui permet de doser à la fois l'oxygène absorbé et le CO^2,

---

(1) J. Bergonié, *De la résistance thermique ou coefficient d'utilité des vêtements confectionnés* (*Soc. de Biologie*, 2 fév. et 2 mars 1904).

(2) J. Bergonié, *Appareil à doser les gaz en clinique* (*Société de Biologie*, 4 avril 1911).

et, par conséquent, de déterminer le quotient respiratoire. Bien que le sujet en expérience puisse respirer indéfiniment dans l'appareil, la durée de chaque dosage a été fixée à 10 minutes, pour pouvoir faire plusieurs dosages dans une même journée et établir des moyennes pour 24 heures, aussi près que possible de la vérité.

Dans ces conditions, les échanges chez ce sujet longuement étudié sont très au-dessous de la normale. Ils ont pu descendre à $10^l,80$ d'oxygène absorbé à l'heure, et comme, par le quotient respiratoire déterminé, on peut fixer à $4^{Cal},6$ environ le coefficient moyen calorifique du litre d'oxygène à 18°; on trouve pour la quantité totale d'énergie (chaleur et travail mécanique) libérée par le sujet en 24 heures, le chiffre extrêmement réduit de $1192^{Cal},2$. La moyenne pendant un mois est en réalité un peu plus élevée, mais le maximum pour ce sujet ne dépasse pas 1530^{Cal}, soit $331^l,2$ d'O^2 en 24 heures, au lieu de 500^l, qui est la moyenne. Et encore, je n'ai pu faire des mesures sans sortir un peu le sujet de son milieu, de ses habitudes, sans l'obliger à se remuer et à s'exposer à des pertes supplémentaires de chaleur.

Chez d'autres sujets, atteints également de rhumatisme chronique, la mesure des échanges respiratoires donne des chiffres de même grandeur. Les échanges sont donc très diminués dans le rhumatisme articulaire chronique. On peut évaluer à $\frac{3}{5}$ environ, le ralentissement de la nutrition dans les cas de même gravité que celui défini plus haut; mais il en est où la fraction qui représenterait le ralentissement du métabolisme est encore plus petite.

Les moyens physiothérapiques ordinaires, et parmi eux le bain de lumière, ne paraissent avoir que peu d'influence sur l'activité des échanges sur ces malades. Au contraire, l'exercice musculaire électriquement provoqué et généralisé à tous les muscles du corps (1), *les articulations étant fixes*, non seulement augmente les échanges pendant l'application (jusqu'à 2 heures par jour), ce qui est physiologique; mais encore amène peu à peu ces échanges à se rapprocher de la normale, à mesure que la musculature se développe et qu'une meilleure régulation thermique (diminution rapide du vêtement) apparaît.

(1) J. Bergonié, *Du travail musculaire électriquement provoqué dans la cure des maladies par ralentissement de la nutrition, et en particulier dans la cure d'obésité* (*Comptes rendus*, 19 juillet 1909).

MÉDECINE. — *De la vaccination contre l'infection pyocyanique par la voie intestinale.* Note de MM. **Jules Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Nous avons montré (*Comptes rendus*, 20 mars et 10 avril 1911) qu'il était possible de rendre des cobayes, lapins et chèvres réfractaires à l'inoculation intraveineuse de *bacilles d'Eberth* virulents, en leur introduisant dans le gros intestin, à l'aide d'une longue canule, plusieurs lavements de 100^{cm^3} de culture complète tuée à $+53^\circ$. Ces expériences sont assez délicates en raison de la difficulté d'avoir toujours à sa disposition un bacille d'Eberth virulent.

Aussi, pour la démonstration de l'efficacité de cette méthode, avons-nous eu recours au *bacille pyocyanique*.

Une culture de bacille pyocyanique, âgée de 8 jours, est tuée par une exposition à $+60^\circ$, au bain-marie, pendant 1 heure.

Des lapins de 2^{kg} à 3^{kg} reçoivent (canule molle de 40^{cm}; addition de quelques gouttes de laudanum), à 5 jours d'intervalle, trois lavements de 100^{cm^3} de cette culture complète (toxines intra et extra-protoplasmiques) de bacille pyocyanique tuée. Ces lavements sont très bien tolérés, et la santé des animaux n'est nullement altérée.

Un mois après le dernier lavement, ces lapins et d'autres témoins reçoivent, dans le sang, 2^{cm^3} de culture virulente du même bacille pyocyanique.

Les témoins meurent en quelques heures, avec les symptômes et les lésions classiques.

Les vaccinés ont des symptômes immédiats moins accusés, tout en présentant de la fièvre (41° à 42°), de la diurèse, du ramollissement des matières fécales. Mais, au bout de quelques heures, ils redeviennent normaux, se nourrissent. Ils survivent.

Conclusions. — On peut démontrer la réalité de la vaccination par introduction de toxines dans le gros intestin, en expérimentant sur le lapin avec la toxine pyocyanique (culture complète tuée par la chaleur).

MÉDECINE LÉGALE. — *Sur la valeur du réactif de Meyer dans la recherche du sang.* Note de M. **A. Sartory**, présentée par M. Guignard.

On emploie beaucoup aujourd'hui dans les laboratoires, pour la recherche du sang en biologie ou en médecine légale, le réactif de Meyer (phénolphtaléine réduite par le zinc) dont la sensibilité très grande est basée sur

une réaction peroxydasique. En présence de ce réactif et d'eau oxygénée, un liquide contenant du sang prend rapidement une coloration rose, puis rose-rouge et enfin rouge.

Nous avons démontré antérieurement [1] que certains réactifs employés jusqu'ici pour caractériser les oxydases directes ou indirectes (teinture de gayac fraîche, benzidine en solution alcoolique additionnée d'acide acétique, réactif gayac-pyridine et essence de térébenthine active) ne possédaient pas le degré de spécificité qu'on doit attendre d'un réactif sur lequel se base une détermination d'espèce.

Nous pensons que ces conditions s'appliquent au réactif de Meyer et que son emploi dans la recherche du sang ne saurait donner la certitude absolue qu'on est en droit d'exiger des méthodes admises en médecine légale.

Notre opinion est basée sur les essais suivants qui, poursuivis depuis longtemps dans des conditions très diverses, ont fourni les résultats les plus concordants.

Quand on additionne de réactif de Meyer et d'eau oxygénée une eau distillée parfaitement pure (redistillée dans un appareil de verre exempte de fer, de cuivre et de manganèse) aucune coloration n'intervient; si l'on ajoute alors une solution de bicarbonate de potasse ou de soude, on voit apparaître en 10 secondes la gamme des colorations rose, rose-rouge et rouge que donnerait dans les mêmes conditions une addition de sang.

La faible quantité de fer que peut contenir l'eau distillée pure bouillie dans une capsule en fer et refroidie dans le même vase provoque, avec le réactif de Meyer et l'eau oxygénée, une légère coloration rose visible seulement après 20 heures; une addition de 0g,30 pour 100 de bicarbonate de soude donne au contraire la réaction type instantanée.

Des liquides tels que l'urine, le lait chauffé à + 110°, des milieux de culture comme les solutions nutritives peptonées simples ou additionnées de glycérine et de glucose sont, comme l'eau distillée, inactifs sur le mélange d'eau oxygénée et de réactif de Meyer; ils le deviennent dès qu'on les additionne de bicarbonate de potasse ou de soude.

Les eaux minérales naturelles donnent de même, dans certaines conditions, une réaction positive :

Les eaux bicarbonatées de Vichy, de Châtel-Guyon, du Breuil (Puy-de-Dôme) donnent directement la réaction.

L'eau chlorurée de Nancy, qui contient du fer, du manganèse et de la lithine ne donne la réaction que si on l'additionne de bicarbonate de potasse ou de soude.

L'eau de Seltz commerciale donne directement, au bout de quelques secondes, une coloration rose très nette.

---

(1) *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXX, 1911 (séances des 17, 24 juin et 1er juillet).

Les bicarbonates alcalins semblent, dans ces réactions, posséder une action prépondérante; leur rôle devient manifeste lorsque, au lieu d'ajouter ces sels en solution, on fait tomber dans la liqueur en expérience un cristal qui gagne le fond du vase : la coloration rose apparaît *en profondeur* et se localise dans le liquide autour du cristal avant de diffuser peu à peu dans la masse.

Les résultats sont les mêmes quand on se place dans les conditions ordinaires de recherche des traces de sang sur les tissus. Des morceaux de toile imbibés d'eau bicarbonatée du Breuil ou d'une simple solution de bicarbonate de potasse ou de soude, séchés au soleil et repris par quelques gouttes d'eau distillée, abandonnent une quantité suffisante de sels pour produire la réaction type du sang avec le réactif de Meyer et l'eau oxygénée.

Des essais analogues poursuivis à l'aide de liquides de l'organisme tels que le suc gastrique, où ni par l'examen spectroscopique, ni par l'examen microscopique on n'a pu déceler de sang, ont abouti à des réactions positives par l'emploi du réactif de Meyer. Dans les matières fécales provenant de malades mis au régime lacté pendant 8 jours et plus, la réaction est presque toujours positive quand on ajoute un peu d'alcool acétique.

Si, dans ces derniers exemples, la cause directe de la réaction n'apparaît pas aussi nette, il n'en reste pas moins établi que le réactif de Meyer ne saurait être considéré comme un réactif spécifique du sang, que son emploi en biologie, et surtout en médecine légale, ne doit intervenir que pour corroborer d'autres réactions et qu'il serait imprudent de conclure à la présence du sang sur une réaction que sa sensibilité à d'autres agents doit rendre suspecte à l'expert.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Quelques observations sur le mécanisme du fonctionnement des diastases protéolytiques.* Note de MM. **A. Fernbach** et **M. Schœn**, présentée par M. E. Roux.

L'un de nous a fait voir autrefois, en commun avec M. L. Hubert ([1]), que la protéolyse dans l'extrait de malt est considérablement influencée par

([1]) A. Fernbach et L. Hubert, *Sur la diastase protéolytique du malt* (*Comptes rendus*, t. **130**, 1900, p. 1783). — *De l'influence des phosphates et de quelques autres matières minérales sur la diastase protéolytique du malt* (*Ibid.*, t. **131**, 1900, p. 293).

les phosphates et par la réaction qu'ils communiquent au milieu : c'est lorsque cette réaction est ramenée à la neutralité au méthylorange que la protéolyse est la plus profonde et qu'elle donne naissance aux produits les plus dégradés.

En nous adressant à d'autres diastases protéolytiques, nous avons reconnu que les phénomènes de protéolyse observés avec l'extrait de malt peuvent être reproduits avec encore plus de netteté.

Nous avons fait agir sur diverses matières albuminoïdes les trois diastases protéolytiques suivantes : papayotine (de Merck); pancréatine (poudre de pancréas que nous devons à l'obligeance de M. P. Macquaire); diastase protéolytique du *Tyrothrix tenuis*.

La protéolyse a été mesurée, dans la plupart des cas, par la quantité de matière azotée solubilisée et échappant à la précipitation par le tanin, c'est-à-dire par l'azote ayant pris la forme très dégradée d'acides aminés, d'amides, et même quelquefois d'ammoniaque. Lorsque c'était possible, nous avons déterminé la quantité d'azote solubilisée non coagulable à l'ébullition. Nous avons pu ainsi calculer la proportion centésimale de l'azote solubilisé qui subit une dégradation profonde.

En opérant comparativement en présence de phosphate monopotassique (neutre au méthylorange, acide à la phtaléine), et de phosphate dipotassique (alcalin au méthylorange, neutre à la phtaléine), nous avons constaté que le second de ces sels, tout en maintenant en solution une quantité de matière azotée beaucoup plus grande que le premier, est bien moins favorable à une dégradation profonde, c'est-à-dire qu'en présence de phosphate primaire la proportion centésimale de matière qui passe à l'état d'azote amino-amidé est beaucoup plus élevée.

Parmi les nombreuses expériences qui mettent ce fait en évidence, nous nous bornerons à mentionner avec quelques détails celles que nous avons faites avec la fibrine. Les digestions ont porté 1g de poudre de fibrine de sang de porc, maintenue en suspension permanente dans 200^{cm^3} d'une solution de phosphate contenant 0,2 pour 100 de P^2O^5. (M et D indiquent respectivement le phosphate primaire et le phosphate secondaire.)

	Température.	Durée de digestion.		Azote dans 100^{cm^3} de liquide filtré en milligr.	Azote non précipitable par le tanin : dans 100^{cm^3} en milligr.	Azote non précipitable par le tanin : pour 100 de l'azote dissous.
Pancréatine (20^{mg}) agissant sur 1g de fibrine.	40°	8 heures	M	42,7	13,3	31,1
			D	102,2	28,0	27,4
	45°	8 heures	M	42,0	15,4	36,66
			D	108,5	32,2	29,67
	50°	8 heures	M	47,0	20,5	43,5
			D	121,7	25,2	20,7

	Température.	Durée de digestion.		Azote dans 100^{cm^3} de liquide filtré en milligr.	Azote non précipitable par le tannin : dans 100^{cm^3} en milligr.	Azote non précipitable par le tannin : pour 100 de l'azote dissous.
Papayotine (75^{mg}) agissant sur 1^g de fibrine.	42°	8 heures	M	34,65	20,5	59,07
			D	64,07	9,5	14,74
	45°	8 heures	M	37,8	26,7	70,82
			D	83,47	23,5	28,15
		24 heures	M	51,9	34,65	66,8
			D	126,0	31,5	24,2
Extrait de *Tyrothrix tenuis* (23^g de microbes humides dans 100^{cm^3} d'eau), 4^{cm^3} sur 1^g de fibrine (¹).	35°	24 heures	M	15,9	12,9	81,1
			D	69,2	22,5	34,1

Nous avons également fait agir ces diastases protéolytiques sur d'autres matières albuminoïdes : caséine (préparée par la méthode de Hammarsten); caséine commerciale, désignée sous le nom de *lactocolle;* albumine de l'œuf; gélatine. Les résultats, dont nous publierons les détails ailleurs, sont en tous points comparables à ceux que nous avons obtenus avec la fibrine.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer en passant que l'influence des phosphates n'est pas limitée à la protéolyse en elle-même; elle semble encore jouer un rôle dans l'auto-activation de la diastase protéolytique. Nous avons, en effet, constaté, avec la pancréatine, que sa dissolution dans le phosphate dipotassique, conservée aseptiquement pendant quelques jours, est notablement plus active que la même solution fraîche ou que la solution aqueuse conservée pendant le même temps.

La généralité du rôle de la réaction dans les phénomènes diastasiques se vérifie donc ici une fois de plus. En outre, nous pourrions également faire ici, en parlant des protéases que nous avons étudiées, le rapprochement fait par Fernbach et Hubert (*loc. cit.*) entre le fonctionnement de la diastase protéolytique du malt et celui de sa diastase amylolytique : c'est la même

---

(¹) Dans les deux cas, on trouve de l'ammoniaque en quantité appréciable dans le produit de dégradation par l'extrait de *Tyrothrix tenuis*.

réaction qui se montre à la fois la plus favorable à la formation des produits azotés très dégradés et à la production du maltose, terme ultime de la dégradation diastasique de l'amidon.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de la fermentation alcoolique.* Note de M. **Alexandre Lebedeff**, présentée par M. E. Roux.

Dans ma première Communication de 1910 (¹) sur l'éther d'une hexose avec l'acide phosphorique qui se forme pendant la fermentation, j'ai établi définitivement la composition de l'ozazone de cet éther

$$[C^6H^8N^2H^2PO^4C^4H^5(OH)^3C(N.NHC^6H^5)CHN.NHC^6H^5].$$

Aussi j'en ai décrit les phényl- et *p*-bromphénylhydrazones, mais je n'ai pu les recristalliser pour l'analyse. En continuant cette année l'étude, j'ai pu, en traitant la phénylhydrazone de l'éther avec de la formaldéhyde, obtenir l'éther même qui m'a donné le sel de calcium de cette composition $C^3H^5O^2CaPO^4$. D'autre part, j'ai pu recristalliser la *p*-bromphénylhydrazone et m'assurer qu'elle contenait 2^{mol} d'acide phosphorique pour 1^{mol} d'hexose et que la formule de l'éther devait être celle donnée par Joung : $C^6H^{10}O^4(H^2PO^4)^2$ (²).

Dans le Mémoire dont je viens de parler, j'ai mentionné en outre que toutes mes tentatives d'isoler un éther pouvant se former pendant la fermentation de la dioxyacétone par la levure séchée et la zymine ont échoué (³). Les expériences que j'ai reprises de nouveau avec du suc de levure obtenu d'après ma méthode (⁴) m'ont donné les résultats inattendus qui jettent une lumière nouvelle sur la première phase de la fermentation alcoolique et dont je rends compte ici.

J'ai d'abord pu constater que la dioxyacétone, préparée d'après l'excellente méthode de G. Bertrand (⁵), fermente jusqu'à la concentration de 5 pour 100, aussi bien que le saccharose; au-dessus de 5 pour 100, à peu

(¹) *Biochem. Zeitschr.*, t. XXVIII, 1910, p. 213.

(²) *Proc. Roy. Soc. B.*, t. LXXXI, 1909, p. 528.

(³) *Loc. cit.*, p. 214.

(⁴) Séances du 3 janvier et 24 avril 1911. — *Soc. chim. de France*, séances du 27 janvier et 24 mars 1911.

(⁵) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8ᵉ série, t. III, 1904, p. 181.

près une moitié seulement est transformée [1]. Ces résultats sont beaucoup plus favorables que ceux obtenus avant moi par Buchner et Meissenheimer [2], qui n'ont pu faire fermenter qu'une solution contenant 2 pour 100 de dioxyacétone. Au-dessus de cette concentration les quantités de gaz dégagées étaient presque les mêmes qu'avec la solution à 2 pour 100. En outre, ont-ils opéré dans les conditions artificielles, en concentrant le suc dans le vide et en ajoutant à celui-ci de la coenzyme (suc bouilli) concentrée.

Isolement de l'éther : Expérience. — 60^{cm^3} de suc, plus 3^g de dioxyacétone, plus 2^g de phosphate bisodique et 1^g de monosodique ont été mis dans une fiole et, après la dissolution des substances ajoutées, l'acide phosphorique précipitable a été dosé. La teneur en P^2O^5 était de $1^g,907$. En 1 heure 25 minutes la fiole a dégagé $0^g,195$ de CO^2. La teneur en phosphates précipitables était de $0^g,5292$, c'est-à-dire $0^g,6615$ sont entrés dans une combinaison organique. La fermentation a ensuite été interrompue par l'addition au suc en fermentation de 4^{vol} d'alcool. La masse a été filtrée et le résidu du filtre pressé. Le filtrat a été concentré dans le vide et traité ensuite par la phénylhydrazine à froid. L'osazone formée en lamelles, recristallisée 5 fois dans l'alcool dilué, avait le point de fusion 131°.

Le dosage de l'azote a donné, pour N : 20,70 pour 100. Calculé pour glycérosazone : N : 20,82 pour 100. L'oxime obtenue, d'après Pilotty et Ruf [3], recristallisée dans l'éther acétique, avait le point de fusion 82°-83°. On voit que le filtrat contenait encore de la dioxyacétone.

Le résidu pressé était laissé 1 heure avec 100^{cm^3} d'eau et ensuite filtré et pressé. On a répété cette opération deux fois. Les filtrats réunis ont été concentrés dans le vide jusqu'à 30^{cm^3} et l'on y a ajouté un volume égal d'acétone. Aussitôt après l'addition, une couche de liquide épais apparut au fond du flacon. On a laissé reposer le tout une nuit, on a décanté et l'on a précipité le sirop par l'acétate de plomb. Le précipité bien lavé a été décomposé par H^2S. Le filtrat traité par de la phénylhydrazine a donné l'osazone, qui, recristallisée de l'alcool à 85 pour 100 (on en a obtenu $0^g,5$), avait le point de fusion 150°-152°, c'est-à-dire identique à celui de l'osazone de l'éther qui se forme pendant la fermentation de la saccharose (les 60^{cm^3} de suc témoin ont été traités absolument de la même façon, *mais aucune osazone* ne s'était formée. Une solution de $0^g,6$ de dioxyacétone, de $0^g,4$ de Na^2HPO^4 et de $0^g,2$ $NaHPO^4$ dans 10^{cm^3} d'eau laissée au thermostat pendant 2 jours à 25° et traitée après de la même manière n'a donné que de la glycérosazone. Calculé pour $C^{24}H^{31}N^6O^7P$: C 52,75; H 5,68; N 15,38; P 5,68. Trouvé : C 52,75; H 5,81; N 15,43; P 5,84. En outre, j'ai analysé le sel de baryum de l'éther qui se forme pendant la fermentation du saccharose (*a*) et de la dioxyacétone *b*) après l'avoir débarrassé de l'acide phosphorique par de la liqueur ammoniaco-magnésienne.

---

(1) Ces expériences paraîtront bientôt dans mon Mémoire plus détaillé sur ce sujet.
(2) *Ber. d. chem. Ges.*, t. XLIII, 1910, p. 1779.
(3) *Ber. d. chem. Ges.*, t. XXX, 1897, p. 1656.

	Calculé pour $C^6H^{10}O^4(PO^4Ba)$.	Trouvé pour a.	Trouvé pour b.
C.	11,79	11,78	11,51
H.	1,64	1,97	1,89
p.	10,12	10,18	10,42
Ba.	44,99	44,70	44,76

On voit que les deux formules $C^3H^5O^2PO^4Ba$ et $C^6H^{10}O^4(PO^4Ba)^2$ étant identiques, ce n'est que grâce aux osazones et hydrazones obtenues par moi qu'on peut identifier la nature du sucre engagé dans cette combinaison, parce que, en hydrolysant l'éther par de l'acide ou de l'alcali (Lebedeff) ou par ébullition prolongée (Joung), la triose, si elle en faisait partie, serait sûrement détruite. J'ai démontré déjà (¹) que le produit du glucose et du lévulose forme la même osazone et j'acquis la certitude que le produit du mannose se comporterait de même, ce qui a été confirmé plus tard par Joung (²). De ce que je viens de démontrer, on peut aussi affirmer que, quel que soit le sucre fermentescible, le même éther phosphoré se produit au commencement de la fermentation. Ce fait ne peut être expliqué que si l'on admet que l'hexose soit décomposée au début jusqu'en triose qui, se combinant à son tour avec de l'acide phosphorique, donne un éther $C^3H^5O^2H^2PO^4$ qui se condense immédiatement en $C^6H^{10}O^4(H^2PO^4)^2$ et ce n'est que pendant l'hydrolyse de l'éther que l'alcool et l'acide carbonique se forment.

La première phase de la réaction (hydrolyse de l'éther) s'effectue comme on le sait avec une vitesse mesurable, mais la seconde [décomposition de l'hexose (très probable d'un acrose) par l'alcoolase] a lieu avec une telle vitesse, qu'aucun des produits intermédiaires, s'il s'en forme, ne peut être décelé, tant qu'on n'aura pas trouvé un catalysateur spécifique négatif pour retarder cette phase de la réaction. Tous les faits relatés plus haut ainsi que les considérations théoriques font admettre que la fermentation alcoolique s'effectue d'après le schéma suivant :

1° $C^6H^{12}O^6 = 2C^3H^6O^3$;

2° $2C^3H^6O^3 + 2RHPO^4 = 2C^3H^5O^2RPO^4 + 2H^2O$;

3° $2C^3H^5O^2RPO^4 = C^6H^{10}O^4(RPO^4)^2$;

4° $C^6H^{10}O^4(RPO^4)^2 + H^2O = C^2H^5OH + CO^2 + C^3H^5O^2RPO^4 + RHPO^4$,

(¹) *Loc. cit.*, t. XX, 1909, p. 123, et t. XXVIII, 1910, p. 214.
(²) *Loc. cit.*, t. XXXII, 1911, p. 177.

ou

5° $C^6H^{10}O^4(RPO^4)^2 + 2H^2O = 2C^2H^5O^4 = 2CO^2 + 2RHPO^4$.

Je me réserve de continuer ces recherches ainsi que les recherches analogues avec l'aldéhyde glycérique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la spécificité de diverses combinaisons du fer au point de vue de leurs propriétés peroxydasiques.* Note de MM. J. Wolff et E. de Stœcklin, présentée par M. E. Roux.

A la suite des travaux de l'un de nous ([1]) sur les phénomènes peroxydasiques provoqués par l'action combinée du ferrocyanure de fer colloïdal et de l'eau oxygénée réagissant sur divers phénols, nous avons été amenés à étudier l'action d'autres composés du fer dans d'autres réactions, et nous sommes arrivés à la conclusion que: suivant la combinaison dans laquelle le fer est engagé, celui-ci peut acquérir les spécificités les plus diverses ([2]).

Dans une Note récente, MM. H. Colin et A. Sénéchal ([3]) ont cru pouvoir mettre en doute la légitimité de nos conclusions.

Les expériences qui suivent confirment pleinement notre manière de voir :

Tableau I.

Hydroquinone à saturation.	Ferrocyanure de fer, calculé en Fe.	Sulfocyanate de fer, calculé en Fe.	Sulfocyanate de K.	H^2O^2 à 10 vol.	Quinhydrone.
cm³	mg			cm³	
2	+0,01	»	»	+0,05	Cristaux abondants
2	»	+0mg,05	»	+0,05	Noircit
2	»	+0mg,05	+20mg	+0,05	Noircit
2	»	+0mg,05	+40mg	+0,05	Abondants cristaux

Tableau II.

Pyrogallol à 3 pour 100.	Ferrocyanure de fer, calculé en Fe.	Sulfocyanate de fer. calculé en Fe.	Sulfocyanate de K.	H^2O^2 à 100 vol.	Purpurogalline après 6 heures.
cm³				cm³	
40	+0mg,05	»	»	+0,5	120mg
40	»	+0mg,05	»	+0,5	Néant
40	»	+0mg,05	+40mg	+0,5	Néant

([1]) J. Wolff, *Comptes rendus*, t. 146, p. 781 et 1217.

([2]) J. Wolff et E. de Stœcklin, *Comptes rendus*, t. 146, p. 1415. — E. de Stœcklin et E. Vulquin, *Comptes rendus*, t. 148, p. 1404.

([3]) H. Colin et A. Sénéchal, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1586.

Le Tableau I montre que si une dose infime de ferrocyanure de fer suffit à elle seule pour provoquer la formation de cristaux de quinhydrone, il faut ajouter au sulfocyanure de fer un grand excès de sulfocyanure de potassium pour arriver au même résultat.

Le Tableau II nous montre un contraste encore plus saisissant entre le mode d'action du ferrocyanure de fer et celui du sulfocyanure de fer. En effet, ici, malgré l'addition au sulfocyanure de fer d'un grand excès de sulfocyanure de potassium, on n'obtient que des traces de purpurogalline.

En raison des phénomènes complexes qui interviennent lorsqu'on met en présence un sulfocyanate et de l'eau oxygénée (on sait qu'il peut se former un persulfate qui est lui-même un agent d'oxydation), il nous a paru intéressant, pour préciser le rôle du sulfocyanure, de compléter nos anciennes expériences relatives au rôle activant que peut jouer ce sel dans la réaction de l'eau oxygénée sur l'iodure de potassium.

Nous nous sommes assurés tout d'abord que, même à doses massives, le sulfocyanate de potassium employé seul n'active pas cette réaction;

$$50^{mg}\,KCNS + 20^{cm^3}\,H^2O + 5^{cm^3}\,IK\,\frac{n}{20} + 5^{cm^3}\,CH^3COOH\,\frac{n}{20} + 2^{cm^3}\,H^2O^2 \text{ à un vol.}$$

dégagent, en 5 minutes, la même quantité d'iode qu'un témoin sans sulfocyanate, soit $0^{cm^3},8$ exprimé en hyposulfite de sodium $\frac{n}{100}$. Si donc il se forme ici du persulfate, ce sel ne peut exercer aucune influence sur la réaction dans la limite de nos expériences.

Les expériences rapportées ci-dessous montrent bien que c'est le sulfocyanate de fer qui est le facteur catalytique essentiel.

Nous opérons avec des quantités variables de sulfocyanate de potassium et une dose constante de fer; pour le reste, nous nous servons des réactifs indiqués plus haut.

TABLEAU III.

Nitrate de fer en milligrammes...	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
KCNS en milligrammes........	0	1	2	4	6	8	12	40
Hyposulfite $\frac{n}{100}$ en centimètres cubes après 4 minutes........	1,6	2,65	3,10	3,45	3,65	3,75	4	4

Il résulte de ces expériences, et d'autres que nous ne pouvons citer ici, que : 1° si un sel de fer, tel que nitrate, sulfate, chlorure, acétate, exerce déjà par lui-même une action catalytique, celle-ci est singulièrement renforcée par l'addition de petites quantités de sulfocyanure alcalin;

2° l'activité augmente très vite au début par l'addition de petites doses croissantes de sel; 3° à partir du moment où les deux sels sont dans un rapport tel que leur combinaison puisse être représentée par la formule $(CNS)^6K^3Fe$ l'activité est près d'atteindre son maximum; 4° dès que l'effet maximum est atteint, un grand excès de sulfocyanure de potassium n'accélère plus la réaction d'une façon sensible.

De plus, nous avons constaté que, dans la limite de nos expériences, une dose de persulfate de sodium, même supérieure à celle qui pourrait se former au cours de la réaction, n'accélère pas l'action du nitrate de fer. L'effet activant ne peut donc se produire que dans des conditions bien déterminées. Ces conditions se trouvent réalisées dans la combinaison qui confère au métal sa spécificité.

Nous reviendrons d'ailleurs sur cette question dans un Mémoire plus étendu.

ZOOLOGIE. — *Double fonction des ovaires de quelques Polyclades.* Note de M. **Paul Hallez**, présentée par M. Yves Delage.

La plupart des Polyclades des mers antarctiques sont caractérisés par l'absence des glandes accessoires des conduits ovulaires et par le petit nombre de leurs ovaires qui, par contre, sont très grands. *Aceros maculatus* Hallez (1907) en possède 11, *Stylochoïdes albus* Hallez (1907) en a 23; une forme nouvelle intéressante, dont j'ai terminé l'étude et que je désigne sous le nom de *Enterogonimus aureus*, nov. g. n. sp., en possède 46. D'autres espèces du détroit de Magellan présentent la même particularité : *Cotylocera Michaelseni* Ritter-Zahony (1907) a des ovaires peu nombreux, *Laidlawia trigonopora* Herzig (1906) n'en a que 5 paires. Dans tous ces types, chaque ovaire comprend deux parties : une région ventrale, ou zone germinative, et une région dorsale sur laquelle les auteurs n'ont pas insisté. J'ai pu, chez *Stylochoïdes albus*, étudier les phénomènes qui se passent à ce niveau et que je résume ici.

Dans les très jeunes individus, chaque ovaire est formé, comme les testicules, par un amas très dense et fortement colorable de noyaux embryonnaires. Chez les adultes, on distingue une zone germinative ventrale et une région dorsale où se forme une

sécrétion spéciale. La zone germinative comprend un amas de noyaux dans une masse protoplasmique commune, dans laquelle se rencontrent aussi d'autres noyaux plus petits qui formeront le follicule de l'ovule. L'ooplasme s'individualise autour de chaque noyau ovulaire et, en s'accroissant, se remplit progressivement de globules vitellins jaunes.

Dans les ovaires peu avancés dans leur développement, la région dorsale présente un protoplasme aréolaire avec noyaux semblables à ceux de la zone germinative, mais la masse protoplasmique est lacuneuse et, au lieu de se colorer en bleu par l'hémalun-éosine, elle prend une teinte légèrement violacée; de plus elle ne s'individualise jamais autour des noyaux. Dans les ovaires un peu plus avancés, les noyaux ont légèrement grossi (16^{μ} au lieu de 12^{μ} à 14^{μ}) et leur chromatine s'est divisée en une infinité de très petits grains encore fortement colorés en bleu. Mais ce qui frappe surtout, c'est la substance plasmatique vacuolaire et homogène qui est devenue extrêmement éosinophile et dont le volume s'est accru. Il en résulte un remarquable contraste entre la partie dorsale d'un rouge vif et la partie ventrale très cyanophile. Au stade suivant, on assiste à une caryolyse dont j'ai pu suivre toutes les phases, mais que je ne puis pas décrire ici. Dans les ovaires encore plus développés, la masse éosinophile remplit toute la moitié dorsale de l'ovaire. Les lacunes y sont rares, elles sont remplacées par des taches arrondies, plus ou moins irrégulières, d'un jaune clair. A la périphérie, ces taches sont d'un jaune de chrome et contiennent quelques granules réfringents. En outre, on observe encore, dans la substance éosinophile, des restes souvent agglomérés des noyaux détruits, sous la forme de tout petits granules se colorant encore légèrement en bleuâtre. Enfin, la masse éosinophile homogène finit par prendre un aspect craquelé, qui indique une modification de sa consistance. C'est sous cet aspect qu'elle se présente, non seulement dans certains ovaires, mais aussi dans les oviductes et l'*antrum femininum* de quelques exemplaires.

La sortie de la sécrétion ovarienne précède la ponte. Elle peut se faire par les méats existant entre les cellules qui ferment incomplètement l'ovaire et séparent celui-ci de son canal d'union avec l'oviducte. Les œufs, en sortant, doivent facilement rompre cette faible barrière qui les sépare de l'oviducte. On peut supposer que la substance éosinophile doit servir à former un milieu dans lequel les œufs sont ensuite déposés.

Mais ce qui est bien évident, c'est la double fonction de ces ovaires.

D'autre part, le produit de sécrétion rappelle celui qui est connu dans les glandes accessoires des conduits ovulaires et les glandes utérines des autres Polyclades, organes qui, dans certaines espèces cependant, semblent cumuler, avec leur fonction sécrétrice, le rôle de réceptacles séminaux.

On voit donc que, dans les espèces citées, les ovaires doivent être considérés comme correspondant à la fois aux ovaires et aux glandes accessoires des conduits femelles des autres Polyclades. Toutefois, le mécanisme de la sécrétion paraît différent dans les espèces que j'ai étudiées et dans les Polyclades de nos pays.

M. Gandillot adresse une Note intitulée : *Sur la résistance de l'air et le vol des Oiseaux.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 19 juin 1911.

Ministère des Colonies. *Documents scientifiques de la Mission Tilho* (1906-1909); Tome II. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-8° et un étui in-8° contenant les Cartes nos 4, 5, 6 et 7. (Présenté par M. Ch. Lallemand.)

Vade-mecum du Botaniste dans la région parisienne, Tableaux synoptiques des familles, genres, espèces et variétés, et 1634 figures, par H.-E. Jeanpert, avec une Préface de M. H. Lecomte. Paris, Paul Klincksieck, Léon Lhomme, successeur, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

La protection des Oiseaux et l'industrie plumassière, par A. Menegaux. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1911; 1 fasc. in-8°.

La protection rationnelle des Oiseaux, par A. Menegaux. (*Revue française d'Ornithologie*, 3e année, n° 26, 7 juin 1911.) Orléans, imp. Henri Tessier; 1 fasc. in-8°.

Mesure des températures élevées par le pyromètre acoustique, par M. Cyro de Andrade Martins Costa. Tours, Imprimerie tourangelle, s. d.; 1 fasc. in-12.

Bulletin de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco); nos 206-210, avril-mai 1911. Monaco; 5 fasc. in-8°.

Le mois aéronautique, Revue mensuelle illustrée, Directeur : R. Desmons; 1re année, n° 1, juin 1911. Paris; 1 fasc. in-8°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux; t. LXIV. Bordeaux, Y. Cadoret, 1910; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg; t. XXXVII. Paris, J.-B. Baillière; Cherbourg, Émile Le Maout, 1908-1910; 1 vol. in-8°.

Pagine di storia della Chimica italiana : « Stanislao Cannizzaro », per GIULIO PROVENZAL. (Extr. de *Nuova Antologia*, 1er juin 1911.) Rome, 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Francesco Selmi e la sua opera scientifica, Memoria del Socio ICILIO GUARESCHI. (Extr. des *Memorie della R. Accad. delle Scienze di Torino*; t. LXII.) Turin, Vincenzo Bona, 1911; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Tratto dei crittogami e dei microzoi che infestano gli animali e i vegetali particolarmente della fillossera della vite e della pebrina del baco da seta e dei mezzi per distruggerli, di MARIANO CRESPI. Milan, 1883; 1 vol. in-12.

Water wireless telegraphy, by HABIBUR RAHMAN KHAN. Allababad, 1900; 1 fasc. in-8°.

Isogeotherm hypothesis of mineral occurence and origin. Origin of petroleum, coal and other carbonaceous products, by WM. PLOTTS. Whittier, Californie, 1911; 1 fasc. in-8°.

Memorie della Reale Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; 3e série, t. IX, avec 3 planches et 10 figures. Modène, 1910; 1 vol. in-4°.

The canadian patent office record and register of copyrights and trade marks; t. XXXIX, n° 1, january 31st, 1911. Ottawa; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 8 mai 1911.)

Note de M. *H. Woltereck*, Sur la production de l'ammoniaque et l'économie de l'azote de la tourbe :

Page 1247, ligne 26, *au lieu de* 0,000, *lire* 0,2545.

(Séance du 19 juin 1911.)

Note de M. *Le Goff*, Glycosurie et saccharosurie chez l'homme sain consécutives à l'absorption de 100g de saccharose :

Page 1786, ligne 24, *au lieu de* et que je n'obtenais pas avant l'inversion, *lire* et que je n'obtenais pas aussi rapidement avant l'inversion.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUILLET 1911.

PRÉSIDENCE DE M. A. GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome 151 des *Comptes rendus* (1910, second semestre) est en distribution au Secrétariat.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses de dicétones substituées β, d'éthers-sels cétoniques et d'éthers énoliques au moyen des cétones sodées.* Note de MM. **A. Haller** et **Ed. Bauer**.

Dans nos recherches antérieures, nous avons montré que si les iodures, bromures et chlorures alcooliques, en réagissant sur les cétones, sodées au moyen de l'amidure, donnent naissance à des dérivés en C, l'éther chlorocarbonique se comporte différemment et fournit un mélange de composés en C et de dérivés énoliques.

La présente Note a pour but de faire voir comment réagissent, vis-à-vis des mêmes cétones sodées, quelques chlorures acides et un éther-sel d'un acide β-halogéné, l'éther β-iodopropionique.

Nous avons choisi un dérivé β-halogéné parce que les composés α-halogénés fournissent, comme l'on sait, d'après les beaux travaux de M. Darzens (¹) et de M. Claisen (²), des éthers glycidiques. Dans l'élaboration de

(¹) Darzens, *Comptes rendus*, t. 139, 1904, p. 1214.

(²) Claisen, *Ber. deut. chem. Ges.*, t. XXXVIII, 1905, p. 697.

sa méthode, le premier de ces savants a employé l'alcoolate de sodium comme agent de condensation, alors que le second s'est servi d'amidure de sodium.

Nous devons toutefois faire remarquer qu'avec les éthers α-halogénés il n'est pas indifférent de s'adresser aux dérivés chlorés, bromés ou iodés, car tandis que les composés chlorés donnent pour ainsi dire exclusivement des éthers glycidiques, nous avons pu observer que, dans certaines conditions, l'éther iodacétique fournit, avec l'acétophénone sodée, de l'éther benzoylpropionique et non pas l'éther glycidique correspondant :

$$C^6H^5COCH^2Na + ICH^2CO^2C^2H^5 = C^6H^5COCH^2CH^2CO^2C^2H^5 + NaI.$$

Nous reviendrons à l'occasion sur cette réaction.

Action du chlorure de benzoyle sur l'isopropylphénylcétone. Dibenzoyldiméthylméthane $C^6H^5COC\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -COC^6H^5\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}$ *et son isomère le benzoate de phényl-1-méthyl-2-propène-1-ol-1* $C^6H^5\underset{\displaystyle OCOC^6H^5}{\underset{|}{C}}=C\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}.$

L'isopropylphénylcétone sodée donne lieu à une réaction assez vive quand on l'additionne d'un léger excès de chlorure de benzoyle. Quand il ne se dépose plus de chlorure de sodium, on verse la liqueur sur de la glace, on décante la partie surnageante et l'on chasse le dissolvant. Le résidu est distillé dans le vide.

On isole ainsi un produit passant de 195° à 196° sous 15^{mm} et qui ne tarde pas à se prendre en une masse cristalline imbibée d'une huile.

Essorée et mise à cristalliser dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, cette masse fournit des petits cristaux fondant à 99°-100°.

Ce corps répond à la formule $C^{17}H^{16}O^2$ et est constitué par du *dibenzoyldiméthylméthane* formé en vertu de la réaction suivante :

$$C^6H^5COCH\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}Na + C^6H^5COCl = NaCl + C^6H^5COC\begin{smallmatrix}\diagup CH^3\\ -COC^6H^5\\ \diagdown CH^3\end{smallmatrix}.$$

Chauffée à l'ébullition avec une solution alcoolique de potasse, cette dicétone β se scinde en acide benzoïque et isopropylphénylcétone.

Traitée par du chlorhydrate d'hydroxylamine et du carbonate de soude,

elle fournit une monoxime fondant à 166° : $C^6H^5CO - C(CH^3)(CH^3) - C(=NOH) - C^6H^5$.

La facilité avec laquelle cette oxime prend naissance permet de séparer la dicétone du produit huileux qui l'accompagne, ce dernier n'entrant pas en réaction avec l'hydroxylamine.

Quant à ce produit huileux, il bout à peu près à la même température (194°-196° sous 13^{mm},5) que la dicétone et cristallise également par le refroidissement en donnant des aiguilles dont le point de fusion est situé à 53°-54°.

L'analyse de cette substance montre qu'on est en présence d'un isomère de la dicétone et, par l'ensemble de ses propriétés, on peut le considérer comme l'éther benzoïque de la forme énolique de l'isopropylphénylcétone $C^6H^5 - C(OCOC^6H^5) = C(CH^3)-CH^3$, ce qui en fait un *benzoate de phényl-1-méthyl-2-propène-1-ol-1*.

Comme nous l'avons fait remarquer, cet éther ne se combine pas à l'hydroxylamine, mais est rapidement saponifié à froid en benzoate de soude et isopropylphénylcétone, quand on l'additionne d'une solution alcoolique de potasse.

De plus, chauffé avec de l'alcool méthylique à 1 pour 100 d'acide chlorhydrique, il subit l'alcoolyse en donnant du benzoate de méthyle et la cétone primitive :

$$C^6H^5C(O-COC^6H^5)=C(CH^3)CH^3 + CH^3OH - C^6H^5CO^2CH^3 + C^6H^5COCH(CH^3)-CH^3$$

Action du chlorure de benzoyle sur la pentaméthylacétone. Benzoyl-pivaloyldiméthylméthane $C^6H^5.CO.C(CH^3)(CH^3)-CO-C(CH^3)(CH^3)-CH^3$.

Nous avons fait réagir sur la pentaméthylacétone (45^g), sodée au moyen de l'amidure au sein du benzène, un léger excès de chlorure de benzoyle. La réaction est vive et il est nécessaire de refroidir. Le dépôt de chlorure de sodium se fait rapidement. On chauffe environ une demi-heure, on verse dans l'eau acidulée, on lave et on chasse le dissolvant. A la distillation le résidu fournit d'abord un peu de pentaméthylacétone

non entrée en réaction, puis 45g d'un produit qui passe à 158° sous 16mm et il reste un très faible résidu dans le ballon.

Par le refroidissement, le composé distillant à 158° se prend en une masse confusément cristalline qui, abandonnée sur une plaque de porcelaine poreuse, fournit un corps blanc cristallin fondant à 35° et dont la composition peut être représentée par la formule $C^{15}H^{12}O^2$. Ce corps ne peut être que du *benzoylpivaloyldiméthylméthane* formé en vertu de la réaction

$$C^6H^5COCl + (CH^3)^3CCOC\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}Na = C^6H^5COC\begin{matrix}\diagup CH^3\\ -\\ \diagdown CH^3\end{matrix}CO\ C(CH^3)^3.$$

Il se combine à l'hydroxylamine, quand on le traite par le sel de Crismer, pour donner une monoxime fondant à 178°.

Nous n'avons encore pu déterminer la constiution de cette oxime, mais il est plus que probable qu'elle répond à la formule I et non à la formule II.

$$\underset{\text{I.}}{\underset{\substack{\|\\ NOH}}{C^6H^5C} - C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ -\\ \diagdown CH^3\end{matrix}COC\begin{matrix}\diagup CH^3\\ -CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}} \qquad \underset{\text{II.}}{C^6H^5COC\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}\!\!-\!\!-\underset{\substack{\|\\ NOH}}{C} - C(CH^3)^3.}$$

En effet, tandis que les acétones hexasubstituées [hexaméthylacétone ([1]), hexaéthylacétone ([2])] ne se combinent pas à l'hydroxylamine, toutes les acétophénones substituées fournissent des oximes.

Nous avons fait remarquer que le produit brut passant à 158° est confusément cristallin et qu'il abandonne une huile quand on l'étend sur de la porcelaine dégourdie.

Bien qu'il donne à l'analyse des chiffres conduisant à la formule $C^{15}H^{12}O^2$, ce produit n'est pas homogène et est constitué par un mélange de deux composés, la dicétone isolée et fondant à 35°, et son isomère le *benzoate de* 2.3.3-*triméthylpentène*-2-*ol*-3 $(CH^3)^3.\underset{\substack{|\\ OCOC^6H^5}}{C} = C\begin{matrix}\diagup CH^3\\ \diagdown CH^3\end{matrix}$. Nous nous sommes bornés à mettre en évidence la présence de ce dernier corps, dans le produit non essoré, par le traitement suivant :

([1]) A. Haller et Ed. Bauer, *Comptes rendus*, t. 150, p. 582 et 661.

([2]) Ernst Zerner, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1599.

On abandonne, pendant 12 heures, un mélange équimoléculaire du corps brut $C^{15}H^{12}O^2$, d'alcoolate de sodium et d'eau (10g de la substance, 1g de sodium dissous dans l'alcool absolu et 1cm³ d'eau). Il se forme peu à peu un précipité blanc de benzoate de sodium du poids de 1g,95, alors qu'il devrait être de 6g,3 si la décomposition était totale. En éliminant l'excédent de soude au moyen de l'acide carbonique, filtrant, étendant d'eau et agitant avec de l'éther, on obtient une solution qui renferme, indépendamment de la dicétone inaltérée, l'un des produits de dédoublement de la partie du mélange qui a été atteinte par la soude.

Après avoir chassé l'éther, il reste une huile qui, soumise à la distillation, donne quelques gouttes d'un liquide passant vers 130° à la pression ordinaire, puis un produit qui distille entre 153°-154° sous 16mm, en se prenant par le refroidissement en une masse fondant nettement à 35°.

Les quantités sur lesquelles nous avons opéré ne nous ont pas permis de caractériser la pentaméthylacétone provenant de la saponification du composé énolique. Mais la consistance du produit primitif, son aspect peu homogène et la façon dont il se comporte, à froid, vis-à-vis de la soude alcoolique prouvent surabondamment que dans la réaction du chlorure de benzoyle sur la pentaméthylacétone, il se forme deux corps, dont l'un est la dicétone substituée décrite, et l'autre son isomère l'éther énolique.

Action du chlorure de pivaloyle sur la pentaméthylacétone sodée. Octométhylacétylacétone ou hexaméthylheptanedione

$$(CH^3)^3.C.CO.C(CH^3)^2-CO.C(CH^3)^3.$$

Le chlorure de pivaloyle qui nous a servi pour cette préparation a été obtenu en faisant agir le chlorure de thionyle sur l'acide pivalique. Mis en présence de la pentaméthylacétone sodée en milieu benzénique, il nous a fourni, après les traitements habituels, un liquide, à odeur très prononcée, distillant à 213°-214° à la pression ordinaire et à 102° sous 18mm.

L'analyse de ce composé répond bien à la composition $C^{13}H^{24}O^2$ qui est tout à la fois celle d'une octométhylacétylacétone et de son isomère énolique

$$(CH^3)^3C\,CO\,C\begin{matrix}CH^3\\ \diagup \\ -CO\,C(CH^3)^3, \\ \diagdown \\ CH^3\end{matrix} \qquad (CH^3)^3-\underset{\displaystyle COC(CH^3)^3}{\underset{|}{C}}=C(CH^3)^2.$$

Cette substance ne donne ni oxime, ni semicarbazone, mais il ne faudrait pas conclure de cette réaction négative que le corps est uniquement formé de l'éther énolique.

L'octométhylacétylacétone renfermant les deux groupements cétoniques

avec le même entourage que celui de l'hexaméthylacétone

$$(CH^3)^3.C.CO.C(CH^3)^3,$$

il est facile de comprendre qu'on se trouve en présence d'un empêchement stérique.

Nous n'avons pas poussé plus loin l'étude de ce composé, mais il est probable qu'à l'égal de son analogue étudié plus haut, il est constitué par un mélange de la dicétone octométhylée et de son isomère énolique.

Action de l'éther β-iodopropionique sur l'isopropylphénylcétone. Éther γ-benzoyl-γ-méthylvalérianique $C^6H^5.CO.C\begin{smallmatrix}/CH^3\\ -CH^2.CH^2.COC^2H^5.\\ \backslash CH^3\end{smallmatrix}$

Des quantités équimoléculaires d'éther β-iodopropionique et d'isopropylphénylcétone sodée ont été mises en présence, au sein de l'éther anhydre. Quand la réaction, très vive au début, s'est calmée, on chauffe encore pendant une demi-heure, puis on verse le liquide sur de la glace. On recueille la solution éthérée et on élimine l'éther. Le résidu soumis au fractionnement a fourni de l'isopropylphénylcétone n'ayant pas pris part à la réaction, un peu d'éther acrylique et enfin un liquide passant à 183° sous 13^{mm}. Il n'est pas resté de résidu au fond du ballon.

L'analyse de ce liquide a fourni des chiffres correspondant à la formule $C^{15}H^{20}O^3$ qui est bien celle du produit attendu et formé suivant la réaction

$$C^6H^5COC\begin{smallmatrix}/CH^3\\ \\ \backslash CH^3\end{smallmatrix}Na + CH^2ICH^2CO^2C^2H^5 = C^6H^5CO\ C\begin{smallmatrix}/CH^3\\ -CH^2CH^2CO^2C^2H^5\\ \backslash CH^3\end{smallmatrix} + NaI.$$

Les rendements sont de 55 à 60 pour 100 de la théorie.

Saponifié par la potasse, cet éther fournit l'*acide γ-benzoyl-γ-méthylvalérianique* sous la forme d'une huile incristallisable.

Le sel d'argent $C^6H^5.CO.C\begin{smallmatrix}/CH^3\\ -CH^2.CH^2CO^2Ag\\ \backslash CH^3\end{smallmatrix}$ est un précipité blanc se colorant assez rapidement à la lumière.

Une solution hydroalcoolique d'éther γ-benzoyl-γ-méthylvalérianique chauffée avec du sel de Crismer nous a fourni une oxime qui, cristallisée au sein d'un mélange d'éther et d'éther de pétrole, se présente sous la forme

d'aiguilles fondant à 119°-120°. Cette oxime

$$C^6H^5.C(=NOH)-C(CH^3)_2-CH^2.CH^2.CO^2C^2H^5$$

est soluble dans l'éther et l'alcool, et peu soluble dans l'éther de pétrole.

Quand on effectue l'oximation en milieu potassique, ou lorsqu'on traite l'acide libre par du chlorhydrate d'hydroxylamine et de la potasse, ou si l'on saponifie l'éther oxime fondant à 119°-120°, on obtient l'oxime acide $C^6H^5.C(=NOH)-C(CH^3)_2-CH^2.CH^2.CO^2H$ en cristaux fondant à 123°-124°, solubles dans l'éther et peu solubles dans l'éther de pétrole.

L'ensemble des propriétés que manifestent l'éther et l'acide obtenus prouvent de la façon la plus nette qu'on a affaire à des composés cétoniques et non à des dérivés énoliques.

Action de l'éther β-iodopropionique sur la n-propylphénylcétone sodée. Éther γ-benzoylcaproïque $C^6H^5.CO.CH(C^2H^5)-CH^2.CH^2.CO^2C^2H^5$. — Préparé dans les mêmes conditions que son isomère, cet éther constitue un liquide distillant à 189°-191° sous 15mm.

Le rendement est de 60 pour 100 de la théorie.

Quand on traite cet éther par du sel de Crismer, on obtient une oxime huileuse et incristallisable. Traité en milieu acétique par de la paranitrophénylhydrazine, on obtient une paranitrophénylhydrazone en cristaux orangé foncé fondant vers 205°.

L'*acide γ-benzoylcaproïque* obtenu par saponification de l'éther se présente sous la forme d'une huile incristallisable et indistillable, dont nous avons préparé le sel d'argent $C^6H^5CO.CH(C^2H^5).CH^2.CH^2CO^2Ag$, précipité blanc se colorant facilement à la lumière.

Pas plus que son éther, cet acide n'est susceptible de donner une oxime cristallisable.

Action de l'éther β-iodopropionique sur la pentaméthylacétone sodée. — Nous avons opéré au sein du benzène. La réaction est très violente et,

après décomposition par l'eau et fractionnement, nous n'avons pu isoler de produit passant à point fixe. Le thermomètre monte lentement au delà de 200°, sous 12^{mm}, et il reste au fond du ballon un résidu indistillable dans les conditions où nous avons opéré.

Nous avons obtenu des résultats identiques en étendant d'éther la solution benzénique du dérivé sodé de la pentaméthylacétone, et en effectuant la réaction à froid.

En résumé, les résultats que nous venons d'exposer montrent :

1° Que les chlorures acides, notamment le chlorure de benzoyle, se comportent vis-à-vis des cétones sodées mises en réaction comme l'éther chlorocarbonique, et donnent un mélange de dicétones substituées et d'éthers énoliques isomères;

2° Qu'en présence de quelques-unes de ces mêmes cétones sodées, l'éther β-iodopropionique réagit comme un iodure alcoolique, pour former des éthers δ-cétoniques.

La façon différente dont se comportent les éthers halogénés α et β à l'égard des cétones sodées mérite d'être mise en relief.

Tandis que l'éther chlorocarbonique $Cl.\overset{\overset{O}{\|}}{C}OC^2H^5$ montre les allures d'un chlorure acide et donne naissance à un mélange d'éthers β-cétonique et énolique isomères, les éthers chloro et bromacétiques fournissent exclusivement des éthers glycidiques avec les cétones sodées.

Quant aux éthers β-halogénés, comme l'éther β-iodopropionique, ils réagissent normalement à la façon des carbures halogénés, comme s'ils ne renfermaient point de groupement carboxéthyle.

MINÉRALOGIE. — *Les roches alcalines de Nosy komba (Madagascar).* Note de M. A. Lacroix.

Hellville (Nosy bé), 22 juin.

Dans une série de travaux publiés depuis une dizaine d'années, j'ai montré à l'aide des roches recueillies par M. Villiaume que toute la région bordant la baie d'Ampasindava constitue une province pétrographique remarquable par la multiplicité et la complexité des roches éruptives, grenues, qui y ont traversé et métamorphisé les assises liasiques.

L'étude de ces roches soulève de nombreuses questions intéressantes à divers égards; je me suis proposé de la poursuivre sur place. J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie quelques observations concernant l'île de Nosy komba, située vis-à-vis la pointe de Lokobé, qui termine l'île de Nosy bé du côté sud-ouest. Les difficultés d'observation géologique sont rendues considérables par l'intensité de la végétation tropicale, d'où n'émergent que çà et là des rochers isolés. C'est seulement sur le bord de la mer et à basse marée, car la végétation reste touffue jusque sur le rivage, qu'il est possible de rencontrer des affleurements nets ou des amas de blocs, dont la fraîcheur est tout à fait extraordinaire. Je n'ai pu explorer cette côte que grâce aux facilités qui m'ont été aimablement fournies par M. l'administrateur des colonies Capurro.

La caractéristique pétrographique de Nosy komba réside dans la très grande abondance de roches alcalines grenues, renfermant comme élément essentiel une amphibole du groupe de la barkévicite. Les roches qui sont dépourvues de ce minéral (syénites néphéliniques à œgyrine, tinguaïtes, bostonites) ne jouent qu'un rôle subordonné (filons minces); je les laisserai de côté pour l'instant.

J'ai cherché surtout à établir les relations existant entre les divers types : *syénites*, *monzonites* et *gabbros néphéliniques*, *gabbros essexitiques*. Des passages entre plusieurs d'entre eux se rencontrant dans les échantillons que j'ai étudiés antérieurement, je me suis attaché particulièrement à déterminer s'ils constituent des entités géologiques distinctes ou si, au contraire, ils forment ce que j'ai appelé des *facies de variation* d'un même corps de roches.

Les roches dominantes dans l'île, celles qui constituent les quelques crêtes émergeant de la forêt et la plupart des blocs qui se voient là où la forêt a été détruite par les indigènes pour la création de rizières de montagne, sont des syénites et des monzonites néphéliniques leucocrates, dont la barkévicite est aciculaire. Ces deux types passent insensiblement l'un à l'autre; localement, la proportion de barkévicite augmente, conduisant à des monzonites mésocrates (*essexites*), que l'on rencontre en blocs indépendants çà et là dans la forêt et qui constituent le type prédominant sur la côte orientale près du village d'Antamotamo.

Je n'hésite pas à considérer toutes les roches dont il vient d'être question comme des facies de variation d'une même masse.

La seconde roche jouant un rôle géologique important est un *gabbro essexitique*, caractérisé non plus par des baguettes, mais par des grands

cristaux pœcilitiques, isométriques, de barkévicite. Tantôt ils sont peu nombreux et la roche est de couleur claire (parfois rubannée), tantôt et plus souvent ils sont extrêmement abondants et les blocs de cette roche apparaissent comme formés presque exclusivement par ces grandes lames amphiboliques, ayant jusqu'à 4cm de diamètre : ils présentent un aspect, dont ne peuvent donner idée les échantillons de collection.

Ce gabbro forme d'énormes éboulis sur les côtes nord, est et ouest de l'île, notamment à une petite distance d'Ampangorinana et d'Antamotamo. Il est fort probable que les *gabbros néphéliniques* à grains moyens, qui se rencontrent dans les mêmes gisements, en constituent seulement un facies de variation.

C'est sur la côte orientale qu'il m'a été possible d'établir les relations mutuelles des deux groupes pétrographiques précédents; j'y ai trouvé en effet les divers types de monzonite néphélinique traversant en filons minces non seulement les assises liasiques, mais encore les gabbros, qui constituent par suite les roches les plus anciennes de l'île; eux aussi ont été observés en contact immédiat avec le lias métamorphisé.

Un troisième groupe de roches me reste à signaler; il s'agit de *syénites néphéliniques*, à grain fin, presque uniquement constituées par des éléments blancs et dont les filons ou les filonnets sillonnent toutes les roches précédentes aussi bien que les sédiments. Elles sont parfois homogènes, mais fréquemment elles présentent des particularités du plus haut intérêt. Trois cas sont à considérer.

1° La roche traversée (l'essexite, par exemple, à Antamotamo), à son contact immédiat avec les marnes liasiques, a été très fissurée et divisée en petits blocs anguleux de quelques décimètres ou moins, ayant conservé leurs relations mutuelles.

Toutes les fissures sont remplies par la syénite blanche; celle-ci est tantôt intacte, tantôt localement plus ou moins riche en amphibole. Le contact immédiat avec les sédiments est formé par une zone de plusieurs mètres, constituée par une roche extraordinairement hétérogène en continuité avec les filonnets précédemment décrits. Elle varie comme composition, ici complètement blanche, là de plus en plus riche en amphibole; elle varie comme structure, en certains points finement grenue comme dans les veinules, ailleurs pegmatique. Ces différents facies passent insensiblement l'un à l'autre et renferment çà et là des fragments de monzonite intacte. L'interprétation de ces phénomènes n'est pas douteuse : après la

mise en place de l'essexite, le magma syénitique plus acide s'est introduit dans les fissures de retrait de celle-ci; profitant en outre de la différence de résistance existant au contact avec les sédiments, et il a corrodé la roche éruptive antérieure en s'endomorphisant. Le défaut de brassage rend manifeste le mécanisme de cette transformation.

2° A l'inverse du cas qui vient d'être étudié, la syénite constitue dans le gabbro essexitique (côte ouest) ou dans les monzonites (côte est) des filons bien réglés, renfermant une quantité considérable d'enclaves arrondies, appartenant soit à la roche traversée, soit à des types différents et souvent variés dans un même filon. La proportion des enclaves peut être supérieure à celle de la syénite qui les relie; celle-ci est souvent intacte; dans d'autres cas, au contraire, on voit se produire autour des enclaves tous les stades de dissolution décrits dans le cas précédent.

3° Le filon ne contient plus d'enclaves à formes nettes; la syénite est devenue uniformément mésocrate, mais elle est hétérogène; elle renferme des traînées représentant le produit imparfaitement brassé de la digestion d'enclaves disparues; c'est à ce type qu'il faut rapporter les syénites à traînées microessexitiques à pseudo-leucite que j'ai décrites antérieurement.

On voit en résumé qu'il s'agit là de diverses modalités de la réaction de deux magmas éruptifs d'une même famille pétrographique. Je préciserai ultérieurement dans le laboratoire la composition de ces roches singulières qui, au point de vue génétique, doivent être sans doute comparées aux *roches hybrides* décrites par M. Harker et résultant, elles, du mélange des magmas granitique et gabbroïque. Mais sans doute, nulle part, ces phénomènes ne se sont produits avec une telle ampleur, ni n'ont donné naissance à une telle variété de types pétrographiques. La vue des rochers en place de Nosy komba ou des amoncellements de blocs aux dimensions colossales, à composition et à structure changeant à chaque pas, est un des spectacles plus stupéfiants que j'ai eu l'occasion d'observer.

Les phénomènes de contact exomorphe avec les grès et les marnes calcaires du Lias sont aussi fort intéressants, mais ne se prêtent guère à une analyse sommaire. Je noterai seulement la fréquence des injections lit par lit des syénites néphéliniques au milieu des sédiments; j'ai recueilli notamment en place ces singulières roches à aspect lamprophyrique, que j'ai décrites comme étant peut-être des schistes micacés, feldspathisés, hypothèse qui se trouve ainsi vérifiée.

La pointe méridionale de Lokobé m'a fourni une riche moisson de

roches de contact des mêmes sédiments avec des granites alcalins et divers types de syénite (pulaskite, laurvikite). Là encore, les phénomènes d'injection lit par lit et d'imbibition sont des plus nets.

Je noterai en terminant que l'exploration de la pointe d'Ankify, prolongement de la Grande Terre du côté de Nosy komba, m'a fourni des roches éruptives très semblables à celles de cette dernière île. Les phénomènes de contact y sont du même ordre, mais avec des variantes minéralogiques qui seront précisées ultérieurement.

PHYSIQUE. — *Modifications que subissent les aciers au nickel par l'effet de chauffes prolongées ou sous l'action du temps.* Note de M. **Ch.-Éd. Guillaume.**

L'étude des modifications que subissent les aciers au nickel par l'effet prolongé de températures diverses est intéressante tant pour aider à connaître les transformations qui confèrent à ces alliages leurs singulières propriétés, que pour servir de guide à leur emploi rationnel dans un grand nombre d'opérations de la métrologie pratique.

Les recherches que j'ai poursuivies ont porté à la fois sur les dimensions de barre de diverses teneurs en nickel et sur les formules de dilatation après des chauffes systématiques ou des repos prolongés.

Changements de dimensions. — J'ai indiqué déjà [1] que les aciers au nickel éprouvent, dans le cours du temps, des variations de volume d'allure exponentielle, positives pour des teneurs comprises entre 28 et 42 pour 100 Ni environ, négatives au delà, jusqu'à une teneur de 70 pour 100, où elles deviennent inappréciables.

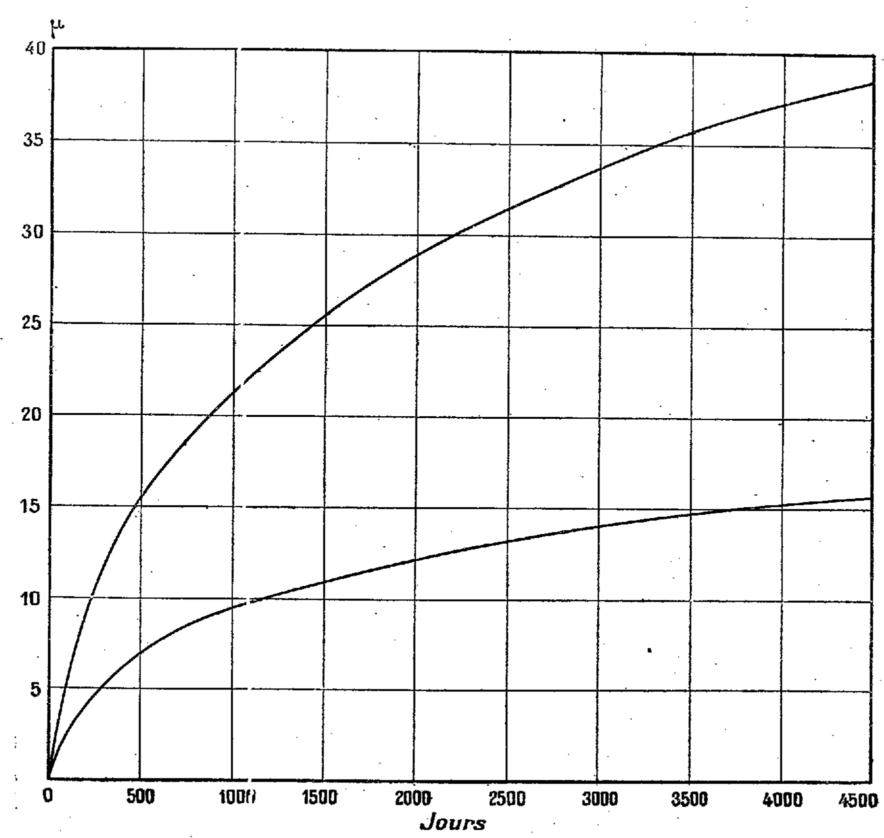
Les changements qu'on observe sont dus probablement à la superposition de deux variations de sens contraire, dont l'une ou l'autre est prépondérante suivant la teneur; vers 42 pour 100, ces variations annulent réciproquement leurs effets.

La chauffe accélère les transformations mises en évidence par les changements de dimensions des barres, et réduit l'amplitude des modifications subséquentes. Le diagramme ci-contre, donné à titre d'exemple, représente, par la courbe supérieure, les variations constatées pendant une durée totale

---

(1) *Comptes rendus*, t. **129**, 17 juillet 1899, p. 155.

de 4500 jours sur une barre d'invar (alliage à 35-36 pour 100 Ni) simplement refroidie à l'air à partir du forgeage au rouge, et maintenue ensuite presque constamment au-dessous de 20°; et par la courbe inférieure, les changements constatés dans une barre semblable, préalablement réchauffée à 150°, et refroidie en 50 jours jusqu'à 40°. D'autres expériences ont montré



Changements, en microns par mètre, de l'invar dans le cours du temps.
Courbe supérieure : barre forgée et non traitée.
Courbe inférieure : barre forgée et étuvée de 150° à 40°.

qu'une barre du même alliage, maintenue en outre pendant quelques semaines à 25°, s'allonge ultérieurement suivant la même courbe, mais en partant du point dont les coordonnées sont 100 jours 3µ.

Une courbe à très peu près identique a été retrouvée pour des barres trempées ou étirées, et même pour des fils conservés à la température du laboratoire, après un étuvage de 100° à 25°. En revanche, une température de repos plus élevée a continué l'effet des chauffes antérieures, et accéléré

l'ascension; c'est ainsi que des fils géodésiques utilisés dans des opérations effectuées dans l'Afrique équatoriale ont été retrouvés, après plusieurs années, allongés de trois ou quatre millionièmes de leur valeur par rapport à ce que la courbe eût conduit à prévoir.

Les nombres suivants se rapportent à d'autres alliages, maintenus d'abord à 100° jusqu'à ce que le changement de leur longueur fût devenu inappréciable :

	A 100°.		Température ambiante.	
Nickel pour 100.	Durée en heures.	Variation pour 1^m.	Durée en jours.	Variation pour 1^m.
44,2	66	μ −2,6	2000	μ −0,4
			4000	−1,1
56,2	130	−8,8	2000	−2,5

Les données qui précèdent conduisent, au point de vue métrologique, à quelques règles d'action évidentes : nécessité d'étuvage de la plupart des aciers au nickel employés dans la construction des instruments de précision; possibilité de calculer par extrapolation, pendant une durée de plusieurs années, la valeur d'un étalon d'invar maintenu entre certaines limites de température; nécessité de déterminer de nouveau sa valeur, si elle doit être connue au millionième près, lorsqu'un étalon a subi l'action prolongée de températures anormales, etc.

Parmi les alliages dont il vient d'être question, celui à 42 pour 100 Ni est utilisé pour la construction d'étalons de référence, en raison de sa stabilité et de sa faible oxydabilité, associées à une dilatabilité encore basse, sensiblement inférieure à celle du platine; celui à 56 pour 100, parce que son égalité de dilatation avec l'acier permet d'éviter les corrections de dilatation, par son application aux machines à mesurer industrielles employées à la détermination des pièces d'acier.

Considérées au point de vue général, ces données permettent d'affirmer qu'une chauffe prolongée à 100° place ces alliages dans un même état d'équilibre physico-chimique, quel qu'ait été leur traitement antérieur.

Dilatations. — Les traitements thermiques ou mécaniques modifient, comme je l'ai indiqué autrefois, la dilatabilité des aciers au nickel; la plupart d'entre eux sont même assez sensibles à ces traitements pour que le refroidissement lent opéré en même temps que celui du four à recuire relève nettement la dilatabilité d'une barre préalablement déterminée après refroidissement à l'air, à partir du rouge cerise.

Le Tableau qui suit résume les plus caractéristiques parmi les expériences spéciales faites en vue de connaître les variations des barres forgées à chaud. Les trois dernières colonnes renferment respectivement les allongements ΔL des barres entre les deux mesures de leur dilatation, les valeurs, en microns par mètre et par degré, de leurs dilatabilités vraies à 20°, déduites d'expériences faites entre 0° et 38°, enfin le quotient de la variation de la dilatabilité par l'allongement. Pour les barres 6 et 7, rabotées ou retracées entre les mesures, les ΔL sont inconnus.

Nos d'ordre	Nickel pour 100.	Traitement.	ΔL.	Dilatabilité à 20°.	$\frac{\Delta\alpha}{\Delta L}$.
1...	35,2	Forgée à chaud.		1,27	0,0013
		4536 jours à la tempér. ambiante.	38$^{\mu}$	1,32	
2...	35,5	Forgée à chaud.		1,21	0,0016
		Écroûtée, 150 heures à 100°, 4820 jours temp. amb.	65	1,32	
3...	35,5	Forgée à chaud.		1,18	0,0020
		Écroûtée, 40 heures à 150°, refroidie en 50 jours à 40°, 4802 j. temp. amb.	66	1,31	
4...	35,5	Forgée à chaud, 55 heures à 100°, 150 heures à 60°.		1,67	0,0018
		62 heures à 100° refroidie en 73 jours jusqu'à 25°, 4015 jours temp. amb.	34	1,73	
5...	35,6	Trempée; 55 heures à 100°, 187 heures à 60°.		1,36	0,0023
		4564 jours temp. amb.	26	1,42	
6...	35,5	Trempée; 55 heures à 100, 189 heures à 60°.		1,28	
		479 heures à 60°, 856 heures à 40°, 690 jours temp. amb., rabotée en H.		1,31	
		4145 jours temp. amb.		1,32	
7...	35,5	Forgée à chaud, 66 heures à 100°.		1,30	
		739 heures à 60°, refroidie en 102 jours jusqu'à 25°; rabotée en H; 320 jours temp. amb.		1,35	
		4145 jours temp. amb.		1,33	
8...	43,0	Forgée à chaud.		7,33	
		108 heures à 100°, 4496 j. temp. amb.	2	7,47	

L'examen des nombres du Tableau montre que l'étuvage ou le simple repos à la température ambiante relève la dilatation de l'invar forgé ou

trempé (échantillons 1 à 5); les modifications sont très petites, et d'ailleurs variables avec les traitements. Après des chauffes très prolongées, le changement a pu atteindre $0^{\mu},1$ par mètre et par degré. On remarquera que les variations de cet ordre ont été trouvées sur des barres écroûtées par rabotage entre les deux mesures de la dilatation.

Les dilatations déterminées après un repos de onze ans, succédant à un étuvage très poussé, ont été retrouvées sans changement appréciable (échantillons 6 et 7); le recul apparent de l'une des barres, fort improbable d'ailleurs, ne sort pas, en effet, des limites possibles pour la somme des erreurs de ces expériences très difficiles.

Les nombres de la dernière colonne semblent varier entre des limites trop étendues pour qu'on puisse admettre, pour une même espèce d'alliages, sa constance dans tous les cas; on remarquera toutefois que, pour les barres forgées et étuvées, les valeurs de ce quotient sont assez voisines pour qu'on puisse, en utilisant leur moyenne, calculer les changements de la dilatation de barres analogues, si l'on connaît leurs allongements.

Le quotient se modifie d'une espèce d'alliage à l'autre, puisque l'échantillon n° 8, dont la variation de longueur a été très faible, a subi néanmoins un changement notable dans sa dilatation.

Au point de vue général, on devra rapporter les relèvements des dilatations non point aux valeurs de ces dernières, mais à celle des anomalies, c'est-à-dire aux écarts entre les dilatations réelles et celles que donnerait la loi des mélanges; cette anomalie est, pour l'invar, de $10^{\mu},5$ par degré et par mètre environ. Les plus grands changements trouvés pour cet alliage seraient donc de l'ordre du centième de l'anomalie; les transformations qui sont la cause de cette dernière seraient ainsi très peu modifiées par l'étuvage ou un long repos à la température ambiante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelles préparations des benzylamines et de l'hexahydrobenzylamine.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

La benzylamine $C^6H^5.CH^2.NH^2$ peut être obtenue par les diverses méthodes classiques de préparation des amines, action de l'ammoniaque sur le *chlorure de benzyle* (Mason), action de la potasse sur l'*isocyanate de benzyle* (Strackosch), réaction du brome en solution alcaline sur le *phénylacétamide* (Hoogewerff.), hydrogénation directe du *benzonitrile* sur le cuivre (Sabatier et Senderens) ou sur le nickel (Frébault), hydrogénation directe

sur le nickel de la *benzaldoxime* (Mailhe) : ces divers procédés fournissent l'amine primaire accompagnée de proportions plus ou moins importantes de dibenzylamine et de tribenzylamine.

Nous avons pu également y arriver en appliquant la nouvelle méthode générale de préparation des amines que nous avons fait connaître en 1909, et qui consiste à faire agir le gaz ammoniac sur les vapeurs des alcools vers 300° à 350°, en présence d'oxydes catalyseurs, tels que la thorine ([1]).

L'alcool benzylique, dirigé seul à l'état de vapeurs sur la thorine chauffée vers 300°-350°, est rapidement déshydraté en produisant un hydrocarbure résineux jaunâtre $(C^7H^6)^x$, qui recouvre le catalyseur en atténuant de plus en plus son activité ([2]).

Au contraire, en présence de gaz ammoniac, la formation du carbure résineux est bien moins importante; la majeure partie de l'alcool est transformée en amines, savoir : de la *benzylamine*, bouillant à 183°, de la *dibenzylamine*, bouillant à 300°, et même une très faible dose de *tribenzylamine* qui cristallise par refroidissement dans les queues de la distillation poussée jusqu'à 310°.

En opérant vers 330°, la benzylamine primaire est le produit principal de la réaction. Quand on effectue celle-ci vers 370° à 380°, la dibenzylamine prédomine; en même temps, il y a un dédoublement notable de l'alcool en hydrogène et benzylal, qui est lui-même partiellement scindé à cette température en benzène et oxyde de carbone.

Pratiquement, le dépôt du carbure résineux, qui a lieu peu à peu sur la surface de la thorine, oblige à suspendre de temps en temps la réaction pour régénérer le catalyseur en le calcinant à l'air au rouge sombre.

Hexahydrobenzylamine. — L'un de nous avait antérieurement essayé sans succès d'hydrogéner directement sur le nickel le noyau aromatique de la benzylamine. En opérant soigneusement sur de la benzylamine en apparence très pure, fournie par la maison Kahlbaum, avec un nickel très actif et à diverses températures comprises entre 160° et 250°, nous avons obtenu conservation de la benzylamine, ou hydrogénation avec dédoublement en ammoniac et toluène, mêlé parfois d'un peu de méthylcyclohexane ([3]).

([1]) PAUL SABATIER et A. MAILHE, *Comptes rendus*, t. 148, p. 898.
([2]) PAUL SABATIER et A. MAILHE, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 108.
([3]) PAUL SABATIER et SENDERENS, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 384.

Nous avons pensé que ces insuccès pouvaient provenir de la présence, dans la benzylamine qui nous avait été fournie, de traces de matières capables d'altérer le métal catalyseur et de supprimer son activité fonctionnelle. Il était permis d'espérer que la benzylamine obtenue par l'action du gaz ammoniac sur l'alcool benzylique au contact de thorine, ne renfermerait plus ces produits nuisibles et pourrait être hydrogénée régulièrement sur le nickel. L'expérience a vérifié nos prévisions.

Les vapeurs de benzylamine hydrogénées sur le nickel à 170°-180°, donnent encore lieu à une séparation assez importante de gaz ammoniac et de toluène, mais fournissent en même temps une proportion assez importante d'*hexahydrobenzylamine* ou *aminométhylcyclohexane*.

C'est un liquide incolore d'odeur végétale et vireuse, bouillant à 162°. Il possède une réaction alcaline intense; il attire rapidement l'anhydride carbonique et l'humidité de l'air pour donner un carbonate bien cristallisé en faisceaux d'aiguilles brillantes incolores ayant la forme de lames rhombiques à bases très inclinées.

Comme les amines primaires forméniques, cette amine donne, avec le nitroprussiate de sodium et la propanone, une coloration rouge intense, tandis que la benzylamine fournit une coloration bleue.

Elle donne aisément un chlorhydrate qui est soluble dans l'eau et cristallise en lamelles. Avec l'isocyanate de phényle, elle fournit facilement la *phénylbenzylurée*

$$CO\begin{cases} NH.C^6H^5 \\ NH.CH^2.C^6H^5 \end{cases}$$

en cristaux blancs qui fondent à 152°.

L'hexahydrobenzylamine ainsi obtenue est identique à celle que Démianoff avait préparée en réduisant par le sodium la solution alcoolique du nitrilehexahydrobenzoïque (¹).

Sir **George Howard Darwin** fait hommage à l'Académie du Volume IV de ses *Scientific Papers* (*Periodic orbits and miscellaneous Papers*).

M. **Paul Wagner** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Der Fall Soxhlet*.

(¹) Démianoff, *Journ. Soc. phys.-chim. russe*, t. XXXV, 1903, p. 315.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux de ses Membres qui feront partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année 1911-1912.

MM. **H. Poincaré** et **H. Léauté** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant dans la Section de Médecine et Chirurgie, en remplacement de M. *Engelmann*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 29,

MM. Bernstein	obtient	24 suffrages
Lœffler	»	2 »
Langley	»	1 suffrage

Il y a 2 bulletins nuls.

M. **Bernstein**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie un Volume intitulé :

Savants du jour. Gabriel Lippmann : *Biographie, bibliographie analytique des écrits*, par Ernest Lebon.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie un Volume qui lui a été adressé par M. *G. Ciamician* et qui porte pour titre :

Atti della Società italiana per il progresso delle Scienze, pubblicati per cura dei soci Reina, Pirotta, Folgheraiter, Tieri ; 4ª *Riunione* : Napoli, *dicembre* 1910.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Le troisième fascicule du Tome III de la traduction française du *Traité de Physique* de Chwolson (*Propriétés des vapeurs. Équilibre des substances en contact*).

M. **Sven Hedin**, élu Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation; M. **J. Renaut**, élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, adressent des remercîments à l'Académie.

MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry**, M. le lieutenant-colonel **Hartmann** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le Fonds Bonaparte.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kiess* (1911 *b*), *faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly**, présentée par M. B. Baillaud.

Comète Kiess, 1911 *b*.

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juill. 9...	14.51.48	−0. 0,92	−19.31,9	6:6	4.47.13,57	$-\bar{1},708$	55. 6.56,3	−0,620	1
» 12...	14.38.36	−5.13,05	+11.23,3	5:5	4.42. 1,53	$-\bar{1},706$	55.37.51,7	−0,630	1
» 12...	14.38.36	−4.21,76	− 4.24,5	5:5	4.42. 1,20	$-\bar{1},706$	55.37.56,7	−0,630	2
» 13...	14.25. 9	−6. 6,53	+ 7.13,7	5:5	4.40.16,47	$-\bar{1},702$	55.49.34,8	−0,619	3
» 14...	14.28.18	+1.13,89	−12.11,9	6:6	4.38.30,27	$-\bar{1},703$	56. 2. 7,6	−0,633	4
» 15...	14.20.35	−0.31,88	+ 1. 4,8	7:7	4.36.44,53	$-\bar{1},703$	56.15.24,2	−0,633	5

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Distance ℘ moy. 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	8,2	4.47.14,65	−0,16	55.26.32,6	−4,2	1792, Leyde, A.G.
1......	8,2	4.47.14,65	−0,07	55.26.32,6	−4,2	1792, Leyde, A.G.
2......	7,7	4.46.23,03	−0,07	55.42.25,5	−4,3	1789, Leyde, A.G.
3......	7,7	4.46.23,03	−0,03	55.42.25,5	−4,4	1789, Leyde, A.G.
4......	7,3	4.37.16,36	+0,02	56.14.23,7	−4,2	1754, Leyde, A.G.
5......	7,3	4.37.16,36	+0,05	56.14.23,7	−4,3	1754, Leyde, A.G.

Remarques. — La comète présente l'apparence d'une belle nébuleuse globulaire condensée vers le milieu. Son aspect rappelle assez celui de la comète Brorsen, actuellement perdue. Le 12, la comète paraît un peu plus brillante que le 9 et un noyau se montre; son étendue est d'environ 2'. Le 13, le noyau est plus apparent et l'éclat de la comète est de 8e-9e grandeur. Le 14, le noyau est moins apparente que la veille. Le 15, la comète a sensiblement le même éclat (8e-9e grandeur); son étendue est de 2', mais son aspect a changé, elle a une apparence granuleuse, on dirait une nébuleuse résoluble.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kiess, faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* 0m,26 *d'ouverture).* Note de M. **Esmiol**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	ΔÆ.	Δ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact.	℘ apparente.	Log. fact.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juillet 13..	14.31.48	+0.40,18	+8.31,9	18: 6	4.40.15,57	—1̄,707	55.49.22,1	—0,632	1
» 15..	14.13.28	—0.31,75	+1. 0,3	18: 6	4.36.44,71	—1̄,702	56.15.16,8	—0,625	2

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Æ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	℘ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	9,2	4.39.35,41	—0,02	55.40.54,3	—4,1	A.G., Leyde, 1767
1......	7,3	4.37.16,41	+0,05	56.14.20,7	—4,2	A.G., Leyde, 1754

Remarque. — La comète a l'apparence d'une nébulosité sensiblement ronde de 1',1 de diamètre. La partie centrale semble formée de petits grains dont l'éclat augmente en s'approchant du centre.

Dans les deux observations j'estime l'éclat du centre 8,9.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kiess* (1911 *b*), *faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. **Ernest Esclangon**, présentée par M. Baillaud.

Dates. 1911.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	Δ℘.	Nombre de compar.
		h m s	h m s	′ ″	
Juillet 10..........	*a*	21.35.51,8	+2. 6,27	+7.26,3	20: 5
» 10..........	*b*	22. 5. 9,6	—2.50,47	+0. 6,8	12: 3
» 11..........	*c*	22. 5.43,5	—3.31,63	+0.38,0	24: 6

Positions moyennes des étoiles de comparaisons.

Étoiles.	Autorités.	Ascens. droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a......	A.G., Leiden, n° 1778	4.43.23,58	—0,12	55. 9.15,4	—4,1
b......	B.D., +34°, n° 920	4.43.23,58	—0,12	55. 9.15,4	—4,1
c......	A.G., Leiden, n° 1792	4.47.14,68	—0,10	55.26.32,5	—4,2

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Juillet 10 (1)..	14.24.19,2	4.45.29,59	—1̄,690	55.16.38,9	—0,794
» 11.....	14.50.10,1	4.43.42,95	—1̄,701	55.27. 6,3	—0,765

Remarques. — La comète affecte à l'équatorial (38cm) la forme d'une nébulosité arrondie, presque circulaire, d'environ 2′ de diamètre, diminuant graduellement d'intensité dans tous les sens du centre vers les bords. La Lune éclaire fortement le ciel qui est très beau; il est possible qu'avec un ciel moins éclairé les dimensions apparentes de l'astre deviennent beaucoup plus considérables, la nébulosité actuellement visible correspondant seulement à celle qui avoisine la tête de la comète.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kiess, faites à l'équatorial de la tour de l'Est à l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Giacobini**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parall.	℘ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juil. 13...	13.18. 5	—6. 7,57	+7.15,6	3: 2	4.40.15,52	$\bar{1},658_n$	55.49.36,6	$0,800_n$	a
» 14...	13.46.20	—0. 4,88	+1.35,8	21: 7	4.38.32,55	$\bar{1},641_n$	56. 1.41,8	$0,825_n$	b
» 16...	13.17.47	—0.17,27	+4.27,3	15: 8	4.35. 0,83	$\bar{1},624_n$	56.29. 6,5	$0,841_n$	c

(1) Cette position de la comète est déduite uniquement de sa comparaison avec l'étoile *a*. L'étoile *b*, de grandeur 9,4, ne figure pas dans les catalogues de précision; nous l'avons indiquée toutefois plus haut parce qu'étant à la même déclinaison que la comète, sa comparaison avec cette dernière est indépendante des corrections de réfraction, très grandes ici en raison de la faible hauteur de l'astre sur l'horizon.

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	α moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	$\mathcal{D}$ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a....	7,7	4.46.23,12	−0,03	55.42.25,3	−4,3	½[Paris, 5541+Leiden, 1789]
b....	8,3	4.38.37,41	+0,02	56. 0.10,2	−4,2	Leiden, 1760
c....	8,9	4.35.18,05	+0,05	56.24.43,4	−4,2	Leiden, 1749

Remarques. — L'observation du 13 juillet a été faite péniblement au travers des brumes et durant une faible apparition de quelques secondes seulement de la comète. Celle du 14 juillet a été faite dans de bonnes conditions. Bien que le ciel fût très beau, je n'ai pu distinguer aucune trace de queue, sans doute à cause de l'éclaircissement de la Lune. La comète a l'aspect d'une nébulosité ronde de 2′ à 2′,5 de diamètre sans noyau bien défini; légère condensation centrale. Le 16 juillet, la comète offre le même aspect que le 14; cependant peut-être est-elle plus étalée.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kiess (1911 b) faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de* 0ᵐ,33 *d'ouverture).* Note de M. P. Chofardet, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Besançon.	$\Delta\mathcal{R}$.	$\Delta\mathcal{D}$.	Nombre de compar.	$\mathcal{R}$ appar.	Log. fact. parallaxe.	$\mathcal{D}$ appar.	Log. fact. parallaxe.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juill. 10....	14.51. 5	−1.44,52	− 9.49,4	9:12	4.45.30,02	$9,681_n$	55.16.39,0	$0,775_n$	1
» 11....	14.12.17	−3.26,68	+ 0.11,5	9:12	4.43.47,89	$9,663_n$	55.26.39,9	$0,809_n$	2
» 12....	14.14. 3	+2.27,67	− 3. 9,6	9:12	4.42. 3,00	$9,667_n$	55.37.40,7	$0,803_n$	3
» 13....	14. 7.28	+1.40,71	−10.41,2	9:12	4.40.18,10	$9,665_n$	55.49.24,8	$0,804_n$	4

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1911,0.

★.	Gr.	$\mathcal{R}$.	Réduction au jour.	$\mathcal{D}$.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.....	8,2	4.47.14,67	−0,13	55.26.32,6	−4,2	1792, A.G., Leiden
2.....	8,2	»	−0,10	»	−4,2	1792, A.G., Leiden
3.....	9,2	4.39.35,38	−0,05	55.40.54,4	−4,1	1767, A.G., Leiden
4.....	8,3	4.38.37,40	−0,01	56. 0.10,2	−4,2	1760, A.G., Leiden

Remarques. — Ces observations sont faites par une forte Lune et de la comète on ne distingue que la tête qui apparaît ronde, de 30″ de diamètre avec une condensation centrale peu brillante.

Le 10 juillet, la comète disparaît dans le jour un peu avant l'étoile de comparaison cataloguée de grandeur 8,2.

Le 13 juillet, la comète se voit moins bien que précédemment, l'horizon est vaporeux.

GÉOMÉTRIE. — *Extension aux lignes géodésiques d'une propriété cinématique de la ligne droite.* Note de M. **A. Petot.**

Quand une courbe C, qui se déplace sans se déformer, reste ligne géodésique de la surface S qu'elle engendre, on sait que, si elle est normale à la trajectoire d'un de ses points, elle l'est aussi aux trajectoires de tous les autres. C'est là manifestement une extension aux géodésiques d'une propriété particulière de la ligne droite. Comme cette dernière propriété est susceptible de généralisation, la question se pose de voir s'il n'en serait pas de même pour les géodésiques. J'ai été ainsi conduit à chercher, dans le même ordre d'idées et sous la même forme que pour la droite, une propriété cinématique des géodésiques égales, qui ne présentent plus la particularité d'être normales aux trajectoires de leurs points.

Il était tout indiqué ici de prendre pour lignes (v) les diverses positions de la courbe mobile C, pour lignes (u) les trajectoires des points M de cette courbe, et comme trièdre attaché à la surface S le trièdre $Mxyz$ ayant pour arêtes Mx, My et Mz la tangente, la binormale et la normale principale à cette même courbe. On obtient, avec les notations du *Cours* de M. Darboux (t. II, p. 382),

$$(1) \qquad \xi = 1, \quad \eta = 0, \quad r = 0,$$

valeurs qu'il suffit de porter dans la relation générale

$$(2) \qquad \frac{\partial \xi}{\partial v} - \frac{\partial \xi_1}{\partial u} = \eta r_1 - r \eta_1$$

et dans la formule

$$(3) \qquad ds \cos \omega = \xi_1 \, dv$$

relative aux lignes (u), pour mettre en évidence ce double fait :

Quand une courbe se déplace, sans se déformer, de manière à rester ligne géodésique de la surface qu'elle engendre, la projection de la vitesse de l'un quelconque de ses points sur la tangente en ce point a, au même instant, la même valeur pour tous ses points; et réciproquement, si cette dernière condition est remplie, la courbe considérée reste ligne géodésique de la surface qu'elle engendre.

La première partie de ce théorème est la généralisation cherchée de la propriété des géodésiques égales, rappelée au début de cette Note; elle peut

être considérée comme une extension aux géodésiques de la propriété cinématique générale de la ligne droite. La seconde comprend comme cas particulier le résultat bien connu suivant : quand une courbe qui se déplace sans se déformer est normale aux trajectoires de tous ses points, elle reste géodésique de la surface qu'elle engendre.

Si l'on remarque, d'autre part, que pour chaque tangente Mx à la courbe C la composante tangentielle de la vitesse est partout la même qu'en M, on a ce théorème, qui est une conséquence immédiate du précédent :

Quand une surface développable se déplace, sans se déformer, de façon que son arête de rebroussement reste géodésique de la surface qu'elle engendre, ou encore, ce qui revient au même, de façon que ses génératrices forment une congruence de normales, la projection de la vitesse de l'un quelconque de ses points sur la génératrice qui y passe a, au même instant, la même valeur en tous ses points ; et réciproquement.

On trouve dans le premier de ces théorèmes une extension aux surfaces S considérées, notamment aux hélicoïdes généraux, de la proposition de Clairaut sur les géodésiques des surfaces de révolution. Il serait d'après cela intéressant de développer pour les surfaces, qui admettent des familles de géodésiques égales, les conséquences des belles théories exposées par M. Darboux dans le Livre V et le Livre VI de son *Cours ;* c'est ce que je me propose de faire dans un Mémoire plus détaillé.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la construction des fonctions entières à croissance irrégulière.* Note de M. **Ruben Mallton.**

Pour former des fonctions entières à croissance irrégulière, MM. Borel et Blumenthal se sont servis des séries de Taylor lacunaires et ils ont montré qu'on pourra par cette méthode obtenir des fonctions croissant d'après des lois données d'avance. M. Borel a aussi indiqué comment procéder pour construire des produits canoniques présentant les mêmes propriétés. Or, dans l'un et l'autre cas, il s'agit de confondre deux fonctions entières à croissance régulière dont les modules ont des ordres de grandeur différents. En utilisant une suite de zéros aux zéros multiples il sera possible de former des fonctions à croissance régulière, dont tous les zéros sont donnés par la même expression analytique.

En effet, la fonction

$$\prod_{m=1}^{\infty}\left(1-\frac{x}{2^{2^{m+1}}}\right)^{2^{2^m}},$$

qui sera bien une fonction entière d'ordre réel égale à $\frac{1}{2}$, aura une infinité de zéros vérifiant l'inégalité

$$|a_n| > n^{4-\varepsilon},$$

où ε pourra être choisi arbitrairement petit en prenant n assez grand.

De même les fonctions

$$\prod_{m=1}^{\infty}\left[\left(1-\frac{x}{2^{2^m}}\right)e^{\frac{x}{2^{2^m}}}\right]^{2^{2^m}}, \qquad \prod_{m=1}^{\infty}\left[\left(1-\frac{x}{2^{2^{2^m}}}\right)e^{\frac{x}{2^{2^{2^m}}}}\right]^{2^{2^{2^m}}}$$

seront de genre 1 et d'un ordre égal au genre, bien que les zéros de la première pour une infinité d'indices n croissant comme n^2 et qu'une infinité des zéros de l'autre fonction croissent comme ceux d'une fonction d'ordre nul.

En remplaçant dans les expressions données le nombre 2 par un entier k plus grand, on obtiendra évidemment trois classes de fonctions de nature analogue à celles des fonctions construites.

D'autre part, en désignant par $E_p(u)$ le facteur primaire de Weierstrass, la fonction

$$\prod_{m=1}^{\infty}\left[E_{p_m}\left(\frac{x}{2^{2^{2^m}}}\right)\right]^{2^{2^{2^{m+1}}}},$$

où les p_m sont convenablement choisis, sera d'ordre infini, mais pour une infinité d'indices les zéros croîtront comme ceux d'une fonction entière d'ordre 1.

On pourrait naturellement, ici encore, remplacer le nombre 2 par un entier $k < 2$. D'ailleurs on voit sans difficulté que des fonctions analogues à celles traitées ici s'obtiendront en modifiant les expressions ci-dessus, par exemple, en augmentant le nombre des exposants superposés ou en remplaçant dans la suite des zéros l'exposant m par une fonction simple dépendant de m. Les calculs démontrant les résultats communiqués ici seront publiés plus tard.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales.* Note de M. A. **Korn**, présentée par M. Émile Picard.

Nous appellerons *réciproques par rapport au noyau* $K(x,y)$ deux noyaux $k'(x,y)$ et $k(x,y)$, quand on a

$$(1)\qquad \int_0^1 k(x,u)\int_0^1 k'(u,v)\,K(v,y)\,dv\,du = K(x,y),$$

$$(2)\qquad \int_0^1 k'(u,y)\int_0^1 k(v,u)\,K(x,v)\,dv\,du = K(x,y),$$

sans nous borner à des fonctions $K(x,y)$, $k'(x,y)$ et $k(x,y)$ continues dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$, $0 \leqq y \leqq 1$, nous supposerons que les intégrations soient permises dans (1) et (2) et qu'on arrive toujours dans la suite des fonctions :

$$(3)\quad \begin{cases} K_1(x,y) = \int_0^1 K(x,z)\,K(z,y)\,dz, & K_2(x,y) = \int_0^1 K_1(x,z)\,K(z,y)\,dz, \quad \ldots, \\ k'_1(x,y) = \int_0^1 k'(x,z)\,K(z,y)\,dz, & k'_2(x,y) = \int_0^1 k'_1(x,z)\,K(z,y)\,dz, \quad \ldots, \\ k_1(x,y) = \int_0^1 k(z,y)\,K(x,z)\,dz, & k_2(x,y) = \int_0^1 k_1(z,y)\,K(x,z)\,dz, \quad \ldots, \end{cases}$$

à des fonctions continues après un nombre limité d'opérations.

La classe importante de noyaux asymétriques que je veux signaler ici est celle où deux noyaux $k'(x,y)$ et $k(x,y)$ symétriques et réciproques par rapport à $K(x,y)$ existent et remplissent la condition suivante :

Soit $f(x)$ une fonction quelconque de x continue dans l'intervalle $0 \leqq x \leqq 1$ et admettons la même continuité de la fonction

$$(4)\qquad \bar{f}(x) = \int_0^1 f(y)\,k'(x,y)\,dy,$$

l'intégration étant supposée permise; nous supposerons qu'on ait toujours

$$(5)\qquad \int_0^1 f(x)\bar{f}(x)\,dx \geqq 0.$$

Dans ce cas, le plus important pour les applications dans la Physique mathématique, il est très facile de procéder pour la solution des équations intégrales

$$(6)\qquad \begin{cases} \varphi(x)-\lambda\int_0^1 \varphi(y)\,\mathrm{K}(x,y)\,dy=f(x), \\ \varphi'(x)-\lambda\int_0^1 \varphi'(y)\,\mathrm{K}(y,x)\,dy=f(x), \end{cases}$$

à l'aide de la méthode des approximations successives, de la même manière que je l'ai fait pour le cas des noyaux symétriques [1].

On trouvera, en effet, en posant

$$(7)\qquad \begin{cases} f_1(x)=\int_0^1 f(y)\,\mathrm{K}(x,y)\,dy, & f_2(x)=\int_0^1 f_1(y)\,\mathrm{K}(x,y)\,dy, \quad \ldots, \\ \overline{f}_1(x)=\int_0^1 f_1(y)\,k'(x,y)\,dy, & \overline{f}_2(x)=\int_0^1 f_2(y)\,k'(x,y)\,dy, \quad \ldots, \end{cases}$$

facilement [2] l'inégalité fondamentale

$$(8)\qquad \mathrm{I}_j^2 \overline{\overline{<}} \mathrm{I}_{j-1}\mathrm{I}_{j+1},$$

où

$$(9)\qquad \mathrm{I}_j=\int_0^1 f_j(x)\overline{f_j}(x)\,dx.$$

Pour de tels noyaux $\mathrm{K}(x,y)$, les valeurs singulières λ_j sont toujours *réelles*, et l'on peut démontrer rigoureusement les développements d'après les fonctions fondamentales $\varphi_{j,pk}$, $\varphi'_{j,pk}$, en employant les notations de mon

---

[1] A. Korn, *Ueber freie und erzwungene Schwingungen; eine Einfuehrung in die Theorie der linearen Integralgleichungen* (Leipzig, 1910).

[2] En remarquant l'identité générale

$$\int_0^1 \psi(x)\overline{\chi}(x)\,dx \equiv \int_0^1 \overline{\psi}(x)\chi(x)\,dx,$$

et l'inégalité de Schwarz généralisée

$$\left[\int_0^1 \psi(x)\overline{\chi}(x)\,dx\right]^2 \overline{\overline{<}} \int_0^1 \psi(x)\overline{\psi}(x)\,dx \int_0^1 \chi(x)\overline{\chi}(x)\,dx.$$

Livre, sinon pour la fonction $f(x)$ elle-même

$$(10)\quad \begin{cases} f(x) = \sum_1^\infty {}_j \sum_1^{n_j} {}_\rho \sum_0^{\varphi_{j\rho}} {}_k C_{j,\rho k}\, \varphi_{j,\rho k}(x), \\ f(x) = \sum_1^\infty {}_j \sum_1^{n_j} {}_\rho \sum_0^{\varphi_{j\rho}} {}_k C'_{j,\rho k}\, \varphi'_{j,\rho k}(x), \end{cases}$$

du moins pour les fonctions

$$f_1(x) = \int_0^1 f(y)\, K(x, y)\, dy, \qquad f_2(x) = \int_0^1 f_1(y)\, K(x, y)\, dy, \qquad \ldots,$$

$$f'_1(x) = \int_0^1 f(y)\, K(y, x)\, dy, \qquad f'_2(x) = \int_0^1 f'_1(y)\, K(y, x)\, dy, \qquad \ldots,$$

à partir d'un indice fini.

Si le nombre des valeurs singulières λ_j est limité, on aura [1]

$$(11)\quad \begin{cases} k'(x, y) = \sum {}_j \sum_1^{n_j} {}_\rho \sum_0^{\varphi_{j\rho}} {}_k \varphi'_{j,\rho k}(x)\, \varphi'_{j,\rho k}(y), \\ k\,(x, y) = \sum {}_j \sum_1^{n_j} {}_\rho \sum_0^{\varphi_{j\rho}} {}_k \varphi_{j,\rho k}(x)\, \varphi_{j,\rho k}(y); \end{cases}$$

quand le nombre des λ_j est infini, les développements (11) ne seront plus uniformément convergents, mais ils le seront toujours pour les fonctions

$$k_1(x, y), \quad k_2(x, y), \quad \ldots,$$
$$k'_1(x, y), \quad k'_2(x, y), \quad \ldots,$$

à partir d'un indice fini. De la même manière, on pourra démontrer le développement [2] d'après les fonctions fondamentales, sinon pour $K(x, y)$, du moins pour les fonctions

$$K_1(x, y), \quad K_2(x, y), \quad \ldots,$$

à partir d'un indice fini.

---

(1) On remarquera que l'on pourra toujours choisir les $\varphi_{j,\rho k}$, $\varphi'_{j,\rho k}$ de telle manière que toutes les intégrales $A_{j\rho}$, en employant les notations de mon Livre, deviennent égales à 1.

(2) Signalé pour la première fois dans mon Livre pour les noyaux asymétriques.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la théorie de la houle en profondeur finie.* Note de M. **H. Vergne**, présentée par M. J. Boussinesq.

Dans un bassin de profondeur constante H, nous définirons la *houle cylindrique* comme un mouvement périodique dans lequel toutes les particules liquides décrivent indéfiniment des orbites fermées dans des plans verticaux parallèles, et où, sur chaque surface horizontale, toutes les circonstances du mouvement se propagent, normalement à un plan vertical perpendiculaire aux plans des orbites, avec une vitesse (ou célérité) constante ω.

Nous prenons le plan des xz parallèle aux plans des orbites, l'axe Oz vertical et dirigé vers le bas, le plan des xy coïncidant avec la surface libre du liquide au repos, l'axe Ox parallèle à la direction de propagation. Nous n'étudions que des mouvements plans, indépendants de y, et nous nous en tenons à la première approximation, en négligeant les carrés et produits des déplacements et des vitesses.

Appelons T la demi-période de la houle, et désignons la demi-longueur d'onde par $L = \omega T$. D'après un théorème connu, le mouvement étant périodique, il existera, en première approximation, un *potentiel des vitesses* φ, qui, puisque le mouvement se propage, dépendra des deux seules variables

$$X = x - \omega t \quad \text{et} \quad z.$$

Puisque φ admet par rapport à t la demi-période T, il admettra par rapport à x la demi-période L.

Pour déterminer ce potentiel $\varphi(X, z)$, nous avons les équations suivantes, bien connues en Hydrodynamique

$$(1)\quad \begin{cases} \text{Équation indéfinie : } \Delta\varphi = \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial X^2} + \dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0, \\ \text{Condition au fond (pour } z = H\text{) : } \dfrac{\partial \varphi}{\partial z} = 0, \\ \text{Condition à la surface libre (pour } z = 0\text{) : } \dfrac{\partial \varphi}{\partial z} = \dfrac{1}{g}\dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} = -\dfrac{\omega^2}{g}\dfrac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2}, \end{cases}$$

avec la condition supplémentaire que $\varphi(X, z)$ admette la période 2L par rapport à X : il suffira donc de déterminer φ dans un rectangle R de hauteur H et de base 2L. Remarquons même que φ se trouve entièrement déterminé (à une constante additive près), par la connaissance de

$\left(\frac{\partial\varphi}{\partial z}\right)_{z=0}$, que, dans la suite, nous appellerons φ', l'accent « prime » appliqué à une fonction quelconque indiquant qu'il s'agit de la dérivée de cette fonction par rapport à z, prise à la surface libre $z = 0$.

On connaît depuis longtemps une solution de ce problème : elle est donnée par la formule suivante (où A et B désignent deux coefficients arbitraires)

$$\varphi = \cos\text{hyp}\frac{\pi(H-z)}{L}\left(A\cos\frac{\pi X}{L} + B\sin\frac{\pi X}{L}\right), \tag{2}$$

la demi-période T, la demi-longueur d'onde L, et la vitesse de propagation ω étant reliées par les deux relations

$$\frac{L}{T} = \omega = \sqrt{\frac{gL}{\pi}\,\text{tang hyp}\,\frac{\pi H}{L}}. \tag{3}$$

Mais on n'a pas, à ma connaissance, démontré que cette solution est *la seule* (¹), et c'est ce que je me propose d'établir.

Supposons qu'il existe une autre solution $\varphi + \Phi$ correspondant à la *même* valeur de ω, et par suite aux mêmes valeurs de L et de T : je dis que Φ est une *constante*.

Développons $\varphi' + \Phi'$ (fonction de X périodique et de période 2 L) en série de Fourier

$$\varphi' + \Phi' = -\frac{\pi}{L}\sin\text{hyp}\frac{\pi H}{L}\sum\left(A_n\cos\frac{n\pi X}{L} + B_n\sin\frac{n\pi X}{L}\right):$$

les termes correspondant à $n = 1$ ne sont autres que φ', conformément à (2); et l'ensemble de tous les autres termes représente Φ'.

Considérons les fonctions suivantes, en nombre infini

$$\varphi_n = \cos\text{hyp}\frac{n\pi(H-z)}{L}\begin{matrix}\cos\\ \sin\end{matrix}\frac{n\pi X}{L} \qquad (n = \text{entier quelconque});$$

elles satisfont aux trois équations (1), pourvu qu'on donne à ω les valeurs ω_n correspondantes; et elles admettent, par rapport à X, la demi-période $\frac{L}{n}$, sous-multiple de L.

(¹) On sait seulement que dans le cas où la profondeur H est *infinie*, M. Boussinesq a démontré cette unicité de la solution, et établi que toute houle régulière à mouvements évanouissants aux grandes profondeurs est régie par les lois de Gerstner (voir *Comptes rendus*, 10 et 17 juin 1895).

Appliquons la formule classique de Green

$$\iint (u\,\Delta v - v\,\Delta u)\,dX\,dz + \int \left(u\frac{dv}{dn} - v\frac{du}{dn}\right) ds = 0$$

aux deux fonctions (harmoniques et de période 2 L par rapport à X)

$$u = \frac{\partial \varphi}{\partial z}, \qquad v = \frac{\partial \varphi_n}{\partial z},$$

dans le domaine rectangulaire R de hauteur H et de base 2 L; nous obtenons facilement la relation

$$\int_0^{2L} \Phi' \varphi'_n\,dX = 0,$$

ce qui, d'après l'expression de φ_n, s'écrit

$$\int_0^{2L} \Phi' \frac{\cos}{\sin} \frac{n\pi X}{L}\,dX = 0.$$

Tous les coefficients de Fourier de la fonction Φ' étant nuls, cette fonction est identiquement nulle. Il en résulte immédiatement $\Phi = \text{const.}$, ainsi qu'il avait été annoncé.

La solution de première approximation du problème de la houle étant unique, il en résulte que sa solution rigoureuse sera unique aussi, si toutefois l'on admet que cette solution rigoureuse peut se calculer par approximations successives.

ACOUSTIQUE. — *Sur la théorie mécanique de quelques tuyaux sonores.* Note de MM. **Melchissédec** et **Frossard**, présentée par M. A. Dastre.

Considérons un capsulisme constitué par : 1° un distributeur de fluide composé de deux lames élastiques pouvant s'écarter l'une de l'autre; 2° d'une capsule; 3° d'un tuyau d'échappement de forme quelconque. Le fluide que nous injecterons par le distributeur dans la capsule peut-être de même nature que celui qui y est contenu naturellement ou différent. Si la vitesse du fluide injecté croît insensiblement de zéro à V, l'équilibre existera à chaque instant entre les deux masses fluides. Mais ce n'est qu'une vue de l'esprit; en réalité il n'y a pas de ces variations continues, mais des variations plus ou moins brusques de cette vitesse jusqu'à l'état de régime.

Si cette variation est très rapide et considérable, le fluide injecté se com-

porte comme une somme de projectiles qui vient frapper la masse contenue dans la capsule. Ce choc fait passer une certaine quantité d'énergie de la veine fluide à la masse frappée, et comme celle-ci s'échauffe sous volume pratiquement constant, sa pression augmente. Mais l'équilibre n'a pas pu être obtenu instantanément; il y a oscillation et, par conséquent, dilatation et compression alternatives de la veine fluide. Si le phénomène est très bref, ces oscillations s'éteignent rapidement et l'oreille ne perçoit qu'un bruit; mais si la veine continue à s'écouler sous pression constante, les oscillations seront entretenues et l'oreille percevra un son plus ou moins intense; celui-ci ne dépendra que de la violence de *l'attaque :* cela est bien connu des instrumentistes.

Cependant les particules périphériques ayant perdu une grande partie de leur force vive dans le frottement tendront à tomber et devront glisser autour de la masse pulsante trop résistante pour se laisser pénétrer : elles formeront ainsi les *cyclones de Lootens*, phénomène secondaire et non principal, comme on l'a cru.

Dans cette hypothèse, la hauteur et l'intensité du son varieront suivant les lois des résonateurs et des verges.

Si la section de cette verge fluide a un centre de symétrie telle que dans la verge cylindrique ou dans la verge rectangulaire le retard apporté par les frottements sera le même partout et la vibration sera uniforme.

Si, au contraire, elle présente des épaisseurs différentes suivant la tranche considérée comme dans les formes lenticulaires, triangulaires ou trapézoïdales, elle pourra subir des retards proportionnels à l'épaisseur dans l'endroit considéré.

En effet, les portions les moins épaisses seront plus facilement influencées que les plus épaisses et l'on devra enregistrer des groupes de vibrations dans l'ordre croissant.

Toutes ces déductions sont vérifiées par l'expérience.

En effet, dans ce genre de capsulisme, rentrent : le larynx, les instruments à bocal, les tuyaux à bec de flûte, les flûtes traversières, les sifflets, les appeaux, les ocarinas, etc., etc. Examinons spécialement le larynx. Liskovius a constaté que si l'on touche les cordes vocales pendant la phonation, le son ne monte ni ne s'éteint ; ce ne sont donc pas elles qui vibrent. Le D[r] Marage, en introduisant dans la bouche un moulage en stens qui la remplissait et n'avait qu'un petit passage pour l'air, a constaté qu'on pouvait cependant prononcer les voyelles. On peut faire la même expérience en serrant entre les lèvres un tube qui laissera passer l'air : on peut

prononcer les voyelles; c'est donc dans le larynx qu'elles se forment. Or, il n'est composé que du capsulisme décrit plus haut : les cordes vocales sont le distributeur, les ventricules de Morgagni, la capsule, et le tube supra-laryngien, le tube d'échappement.

On voit qu'on peut augmenter la hauteur du son, si les ventricules sont fixes, en augmentant la vitesse du courant d'air et par conséquent son débit. Cette pratique sera fatigante et donnera les sons poussés (gutturaux); mais on arrivera mieux en contractant les ventricules de façon à leur donner une dimension correspondant à la vitesse normale de la veine gazeuse. C'est ainsi que les chanteurs qui ne peuvent ou ne savent produire cet acte musculaire ne peuvent chanter *piano*, surtout sur les notes extrêmes.

De plus, et surtout, les tracés des voyelles obtenues par divers expérimentateurs coïncident avec notre théorie; ils sont :

Simples pour I et OU
Doubles pour E et O
Triples pour A

et l'on a observé des dispositions de la fente glottique : rectangulaire, lenticulaire, triangulaire, trapézoïdale; on a même vu que pour les notes très élevées la glotte ne s'ouvrait plus que partiellement, ce qui diminue la section de la colonne d'air.

Dans les instruments à bocal, on fait varier le volume du bocal en appuyant plus ou moins les lèvres dans celui-ci et en amincissant le courant d'air, tout en augmentant la vitesse. Les sons purs ne sont obtenus par les instrumentistes que lorsque les lèvres ne vibrent plus elles-mêmes.

Certains d'entre eux ont pu donner en même temps deux sons superposés: il a suffi pour cela d'enfoncer irrégulièrement les lèvres dans le bocal, ce qui donnait naissance à deux veines qui vibraient séparément.

De même que les bocaux et les lèvres sont plus petits dans la trompette que dans le tuba, de même les ventricules et les cordes vocales sont plus petits pour les voix élevées que pour les voix graves.

En tout cas, tous ces faits montrent que le travail doit être plus considérable pour les tessitures graves qui mettent en jeu des masses pulsantes plus fortes et qu'aussi, dans les notes extrêmes de la tessiture, l'accommodation des muscles orbiculaires des lèvres ou du thyro-aryténoïdien étant plus difficile, il faudra un entraînement physique considérable pour arriver à produire ces sons purs.

En somme, tout se réduit à un choc initial (attaque) qui produit des oscil-

lations périodiques entretenues par la force vive de la veine fluide absorbée par les parois du résonateur-pavillon. De l'utilisation plus ou moins parfaite de cette force vive dépend la durée du son, sa beauté, son intensité, d'où nécessité de parois rigides et élastiques, comme nous l'avons montré dans une Note précédente.

THERMODYNAMIQUE. — *Pression interne dans les gaz; formules d'état et loi des attractions moléculaires.* Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. E. Bouty.

I. Partant de l'expression classique de la pression interne

$$\pi = \mathrm{J}\,l - p = \mathrm{T}\frac{\partial p}{\partial \mathrm{T}} - p = p(\beta\mathrm{T} - 1),$$

M. Amagat [1] et moi-même [2] avons établi qu'aux faibles pressions (réduite $\leqq 0{,}03$) cette pression interne est inversement proportionnelle au carré du volume spécifique. J'examinerai aujourd'hui comment elle varie avec la température.

Chauffons, par exemple, l'unité de masse de gaz sulfureux de 0° à 100°, puis à 200°, à volume constant, la pression initiale p_0 étant une atmosphère. La pression prend des valeurs p_1 et p_2 calculables au moyen des coefficients β_{0-100} et β_{0-200} que nous avons appris à déterminer [3].

Les valeurs de $\frac{\partial p}{\partial \mathrm{T}}$ sont ensuite fournies par les formules que j'ai rappelées dans une récente Communication [4] :

$$\frac{\partial p}{\partial \mathrm{T}} = \frac{p}{\mathrm{T}}\,\frac{1 + \frac{\mathrm{T}}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial \mathrm{T}}}{1 - \frac{p}{\varphi}\frac{\partial \varphi}{\partial p}} = \frac{p}{\mathrm{T}}\left[1 + e\left(\chi\frac{\partial z}{\partial \chi} - z\right) + e^2\left(\chi\frac{\partial u}{\partial \chi} - 2u\right)\right],$$

de sorte que

$$(1) \qquad \pi = pe\left[\chi\frac{\partial z}{\partial \chi} - z + e\left(\chi\frac{\partial u}{\partial \chi} - 2u\right)\right].$$

---

(1) Amagat, *Comptes rendus*, t. 148, p. 1135.
(2) Leduc, *Ibid.*, t. 148, p. 1391.
(3) Leduc, *Ibid.*, t. 148, p. 1173.
(4) Leduc, *Ibid.*, t. 153, p. 51.

On trouve :

	A 0°.	A 100°.	A 200°.
	atm	atm	atm
π	0,0646	0,0374	0,0290
πT	17,6	13,9	13,7
πT^2	48100	52000	64900

II. La pression interne diminue donc nettement quand la température s'élève. En conséquence, la formule de Van der Waals, qui l'en suppose indépendante, doit être abandonnée.

La formule la plus simple de Clausius, simplifiée encore pour tenir compte de l'observation du début, convient beaucoup mieux :

$$\left(p + \frac{\beta}{T v^2}\right)(v - \alpha) = RT. \tag{2}$$

Cependant, tandis que d'après cette formule $\pi T = \frac{2\beta}{v^2}$ devrait être indépendant de la température, on voit que ce produit n'est sensiblement constant qu'au-dessus du point critique, et qu'il augmente notablement lorsque la température s'abaisse au-dessous de ce point.

Si, dans une application particulière, la température ne devait varier qu'entre des limites relativement étroites, on pourrait affecter T d'un exposant convenable, compris entre 1 et 2; mais ce ne serait là qu'un expédient peu intéressant.

La formule de Sarrau, sous la forme

$$\left(p + \frac{\beta}{\varepsilon^T v^2}\right)(v - \alpha) = RT, \tag{3}$$

ne convient pas mieux. En effet, la pression interne s'écrit alors

$$\frac{\beta(1 + T \,\mathcal{L}\varepsilon)}{v^2 \varepsilon^T},$$

et si l'on détermine ε par la condition que $\frac{\pi_{200}}{\pi_0} = \frac{290}{646}$, on trouve $\varepsilon = 1,006$ et $\pi_{100} = 0,0440$, en excès de 18 pour 100.

L'étude du gaz carbonique conduit aux mêmes conclusions. Les formules (2) et (3) présentent seulement par rapport à celle de Van der Waals un degré d'approximation supérieur, et nous n'avons rien de mieux dans ce genre. Si l'on n'a d'autre but que d'obtenir des nombres les plus exacts possible, il conviendra de s'en tenir à mes formules empiriques, dans les limites de pression entre lesquelles elles ont été établies.

III. Les nombreuses tentatives faites pour connaître la loi des attractions entre molécules gazeuses n'ont pas abouti.

Il vient naturellement à l'esprit qu'au sein d'un gaz unique la pression interne, qui est proportionnelle à cette attraction, pourrait bien être proportionnelle au carré de la masse moléculaire de ce gaz, à condition, bien entendu, que la molécule-gramme des divers gaz comparés occupe le même volume, c'est-à-dire pour une valeur constante de $\frac{T\varphi}{p}$.

Le Tableau que j'ai communiqué antérieurement, dans lequel les divers gaz sont pris à la même température, ne laisse soupçonner rien de tel. Mais si, conservant la condition générale ci-dessus, grâce à laquelle la distance moyenne des molécules est la même pour tous les gaz, on considère ceux-ci à des températures correspondantes, on obtient des résultats remarquables qui font entrevoir la loi suivante :

Loi. — *A des températures correspondantes, et pour des gaz de même constitution moléculaire* (de même atomicité par conséquent), *l'attraction qui s'exerce entre deux molécules d'un même gaz est proportionnelle au carré de leur masse et en raison inverse de la quatrième puissance de leur distance.*

Comparons par exemple SO^2 à CO^2 pris à 0° sous la pression atmosphérique, puis porté à 100° sous volume constant. On trouve aisément qu'il faut prendre SO^2 à 112°,3 sous la pression de 1^{atm},364, puis à 253°,5 sous 1^{atm},872. Les pressions internes et leurs rapports sont dans ces conditions :

	1°.	2°.
SO^2	0,0343	0,0247
CO^2	169	117
Rapports	2,03	2,11

L'écart entre les deux derniers nombres et le carré du rapport des masses moléculaires (2,12) peut être attribué aux imperfections du calcul.

Az^2O se range, comme on devait s'y attendre, à côté de CO^2.

Pour les gaz diatomiques O^2, Cl^2, AzO, on trouve de même des valeurs de $\frac{\pi}{M^2}$ voisines les unes des autres, la molécule occupant toujours le même volume à des températures correspondantes; mais ces valeurs sont, en moyenne, deux fois plus faibles que les précédentes.

Je dois me borner, pour le moment, à ces indications, n'étant pas en mesure de discuter la valeur de la loi que je viens d'énoncer. Je compte

beaucoup sur l'étude des gaz mono-atomiques pour éclairer cette question.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les coefficients d'aimantation de l'or.* Note de MM. **M. Hanriot** et **F. Raoult**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente, l'un de nous a montré que, quand on attaque par l'acide nitrique un alliage d'or et d'argent, l'or reste sous forme d'une masse spongieuse, *or brun*, qui paraît formée d'un mélange en proportions variables d'or ordinaire ou or α, et d'une modification nouvelle ou or β. La Note actuelle a pour but de préciser quelques propriétés distinctives de ces deux variétés.

L'or fondu, qui paraît formé presque exclusivement de la variété α, est diamagnétique. L'or brun l'est également et nous a fourni sans cesse des chiffres plus faibles.

Le mode opératoire que nous avons adopté est le suivant : l'or brun était pesé dans un tube de verre, puis porté à la balance magnétique où l'on détermine son élongation. L'or brun est alors chauffé au moufle dans un creuset, puis, une fois sa transformation effectuée, on le reporte à la balance magnétique, et finalement on pèse l'or pour s'assurer que l'on n'en a pas perdu dans ces diverses manipulations : enfin on détermine la constante magnétique de la balance en mesurant successivement les élongations que donne le tube vide et contenant un poids d'eau connu.

Influence des impuretés. — Un grand nombre de déterminations nous ont donné des chiffres assez variables pour l'or brun, compris entre $-0{,}120$ et $-0{,}181 \times 10^{-6}$; l'or ordinaire donnait un chiffre toujours plus élevé mais pas plus constant : son coefficient d'aimantation a varié entre -160 et -234×10^{-6} (1).

Ces variations sont dues à la présence des impuretés, inévitables dans l'or brun comme nous l'avons montré antérieurement. L'argent, qui forme la plus importante, ne saurait être incriminé; nous lui avons trouvé un coefficient de $-0{,}1694$, voisin de celui de l'or, et sa présence ne saurait expliquer ces écarts.

Ces variations sont dues à la présence d'une petite quantité de fer. Pour

(1) Dans la suite de cette Note, nous ne répétons pas, à côté de chaque coefficient d'aimantation, le facteur constant 10^{-6}.

le prouver, nous avons soumis de l'or brun à des purifications répétées par l'acide nitrique bouillant, mesurant après chaque épuisement les coefficients de l'or brun et celui de l'or jaune qui en dérivait par calcination.

Alliage à 3 pour 100 Ag.	K. Or brun.	K'. Or jaune.	$\frac{K'}{K}$.
1 acide à 22°	—0,140	—0,183	1,29
1 acide à 22°, 1 acide à 32°	—0,145	—0,182	1,32
1 acide à 22°, 2 acides à 32°	—0,140	—0,171	1,28
1 acide à 22°, 3 acides à 32°	—0,157	—0,181	1,15
1 acide à 22°, 4 acides à 32°	—0,159	—0,203	1,27
1 acide à 22°, 5 acides à 32°	—0,181	—0,234	1,29

On voit donc que le coefficient d'aimantation s'élève aussi bien pour l'or brun que pour l'or jaune au fur et à mesure que la purification se prolonge, et, pour ce dernier, $-0,234 \times 10^{-6}$ représente un minimum.

Il est à remarquer que, dans chaque expérience, la quantité d'impuretés est la même pour l'or brun et pour l'or jaune puisqu'ils dérivent l'un de l'autre par simple calcination. Les variations du coefficient d'aimantation pendant la transformation de l'or brun en or jaune nous montrent donc que l'or β qui se trouve dans l'or brun n'a pas le même coefficient que l'or α.

Dans les expériences précédentes, le rapport de ces deux coefficients est sensiblement constant; dans ce qui va suivre, nous envisagerons surtout les variations de ce rapport qui est indépendant de la pureté du métal essayé.

Influence du temps. — Nous avons déterminé les coefficients d'aimantation d'un même or chauffé à la même température (400°) pendant des temps variables.

Alliage initial 1 : 3.

Temps.	K. Or brun.	K'. Or recuit.	$\frac{K'}{K}$.
h m			
0.00	—0,120		
0.10		—0,1264	1,05
0.30		—0,1370	1,14
1.00		—0,1464	1,24
2.00		—0,1601	1,34
5.00		—0,1600	1,34

On voit que le coefficient augmente d'une façon continue avec la trans-

formation de l'or brun en or jaune, et qu'elle est complète au bout de 2 heures.

Un alliage initial 1 or: 10 argent a donné un or brun qui a fourni des résultats tout à fait analogues.

A des températures différentes, la vitesse de transformation varie. Elle est d'autant plus rapide que la température est plus élevée.

Influence de la température. — Nous avons alors fait varier la température du recuit en ayant soin de prolonger celui-ci jusqu'au moment où il était arrivé à son maximum. Je transcris ici les résultats pour un alliage initial de la composition 1 or : 3 argent :

Températures.	K'.	$\frac{K'}{K}$.
Or brun	— 0,1335	»
250°	— 0,1335	1
300°	— 0,166	1,23
400°	— 0,176	1,32
800°	— 0,176	1,32

Ainsi, le coefficient magnétique ne commence à se modifier vers 300°, et la transformation est totale à 400°.

Influence de la composition de l'alliage initial. — La teneur en argent, qui a une influence si marquée sur le phénomène de la rétraction, en a également une sur le coefficient d'aimantation de l'or brun. Nous avons préparé une série d'alliages tenant, pour une partie d'or, depuis 2 jusqu'à 25 parties d'argent: tous ces alliages, préparés avec les mêmes matériaux, ont été purifiés de la même façon (attaque par un acide à 22° et 2 acides à 32°). Voici les résultats obtenus:

Poids d'argent pour 1 d'or.	K. Or brun.	K'. Or recuit.	$\frac{K'}{K}$.
2	— 0,146	— 0,178	1,2
4	— 0,143	— 0,161	1,11
5	— 0,135	— 0,177	1,31
10	— 0,131	— 0,190	1,41
35	— 0,136	— 0,194	1,42

Ainsi le rapport $\frac{K'}{K}$ augmente continuellement avec la richesse primitive de l'alliage en argent. L'or β ayant un coefficient plus faible que l'or α nous

devons en conclure que l'or brun renferme d'autant plus de la variété β qu'il a été préparé avec un alliage plus riche en argent.

Ainsi donc, l'étude du pouvoir magnétique, comme celle de la rétraction et celle de l'adhérence, nous conduit à distinguer une variété β, différente de l'or fondu. Les trois phénomènes ont une marche analogue; il importe toutefois de noter que les deux derniers se produisent entre 300° et 650°, tandis que le dernier a lieu entièrement entre 300° × 400°, c'est-à-dire qu'un or brun recuit à 400° ne subit plus de changement dans son coefficient d'aimantation si on le porte à 500°, tandis qu'il présentera encore de la rétraction et de l'adhérence; il y a donc lieu de se demander si ces trois phénomènes peuvent être rattachés à une cause unique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acide isopyromucique. Action des agents d'oxydation. Dialdéhydes bibromomaléique et bromoxymaléique.* Note de M. G. CHAVANNE.

La constitution de l'acide isopyromucique que j'ai fixée il y a quelques années [1] a été récemment confirmée par Blaise [2]. Le symbole adopté représente bien les résultats que je viens d'obtenir dans l'étude de l'oxydation de ce composé.

I. Alors que la plupart des agents d'oxydation ont une action trop énergique, l'eau oxygénée en solution alcaline diluée agit à la température ordinaire avec assez de modération. Elle brise la molécule en donnant naissance essentiellement à de l'acide maléique et à de l'anhydride carbonique; à côté d'eux, on trouve un peu d'acide formique.

L'interprétation de ces résultats est simple, si l'on admet que la forme tautomère CH OH = CH — CH = CH OH de la dialdéhyde succinique peut fixer une molécule d'eau oxygénée sous forme de deux hydroxyles en position 1.4, d'après la règle de Thiele.

II. L'action oxydante du brome et de l'eau sur l'acide isopyromucique le transforme aussi en composés maléiques.

Dans le travail que j'ai publié antérieurement sur l'acide isopyromucique

(1) *Ann. de Chim. et Phys.*, t. III, 1904.
(2) *Comptes rendus*, t. **148**, p. 176.

(*loc. cit.*), j'indiquais que cette action oxydante effectuée en prenant comme point de départ l'acide bromoisopyromucique, conduisait, dans des conditions expérimentales en apparence identiques, tantôt à un composé $C^5H^4Br^2O^4$, se décomposant à 104°-105°, colorant en rouge le perchlorure de fer alcoolique, et présentant à la fois le caractère énolique et le caractère aldéhydique; tantôt à un composé $C^4H^2Br^2O^2$ (fus. 34°; éb. 132°), que j'ai regardé comme étant très probablement la dialdéhyde bibromomaléique.

J'ai réussi à préparer à volonté l'un ou l'autre de ces deux composés et à saisir en partie le mécanisme de leur formation.

L'acide bromoisopyromucique $C^5H^3BrO^3$ se dissout dans le brome pur à la température ordinaire; cette dissolution exige 2 atomes-gramme d'halogène par molécule-gramme d'acide. Elle s'accompagne d'un échauffement notable. Il se fait un composé d'addition $C^5H^3Br^3O^3$ dont la production est quantitative. Celui-ci cristallise d'abord par refroidissement sous une forme instable, se transformant spontanément en une forme stable cristallisée en gros prismes. Celle-ci, recristallisée dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, se présente en prismes courts, jaunes, fondant à 88°-89°. Ils sont très solubles dans l'éther, très peu dans l'éther de pétrole.

Ce composé ne résulte ni de l'addition pure et simple de 2^{at} de brome à une double liaison éthylénique, ni de la substitution préalable de 1^{at} de brome à 1^{at} d'hydrogène avec ouverture subséquente de la chaîne lactonique par l'acide bromhydrique formé. En effet, ce composé est facilement dissociable; peu au-dessus de son point de fusion, il se décompose en régénérant le brome et l'acide bromoisopyromucique.

Ce dérivé d'addition particulier, traité par l'eau glacée, fournit de l'acide bromhydrique libre et le composé $C^5H^4Br^2O^4$ précédemment décrit (*loc. cit.*). Absolument pur, celui-ci ne se décompose plus qu'à 175° par chauffe rapide. Tous les essais faits en vue d'obtenir le composé $C^4H^2Br^2O^2$ par l'action simultanée du brome et de l'eau sur le composé $C^5H^4Br^2O^4$ ont échoué. Ce n'est pas ce dernier, mais bien le composé $C^5H^3Br^3O^3$ qui constitue le terme de passage dans la production de $C^4H^2Br^2O^2$. En dissolvant une molécule-gramme du composé tribromé dans deux atomes-gramme de brome pur et introduisant cette solution dans une petite quantité d'eau maintenue à la température ordinaire, on constate un dégagement violent d'anhydride carbonique et l'on obtient, avec un très bon rendement, le composé $C^4H^2Br^2O^2$ fondant à 34°.

Celui-ci est à coup sûr la dialdéhyde bibromomaléique

$$OHC - CBr = CBr - CHO.$$

En effet : 1° La production d'acide mucobromique, en quantité presque théorique lors de son oxydation par le brome et l'eau dans certaines conditions expérimentales, ne peut permettre d'hésiter qu'entre la constitution précédente et celle de la lactone bibromo-γ-oxycrotonique. Or un composé $C^4H^2Br^2O^2$ connu depuis longtemps [1], fondant à 91°, correspond à cette formule lactonique comme l'ont montré récemment Lespieau et Viguier [2].

2° La preuve directe est fournie par l'action de l'eau. En chauffant le composé $C^4H^2Br^2O^2$ avec un grand excès d'eau (12 à 15 fois son poids au minimum) la dissolution se produit, très rapide, dès 90°. Cette dissolution correspond en réalité à la réaction

$$C^4H^2Br^2O^2 + H^2O = C^4H^2Br(OH)O^2 + HBr$$

qui est quantitative dans les conditions indiquées.

Le composé $C^4H^2Br(OH)O^2$ qui reste en solution est facile à isoler par extraction à l'éther. Purifié par cristallisation dans un mélange d'éther et d'éther de pétrole, il forme des paillettes blanches, brillantes, fondant à 83°-83°,5. Il est très soluble dans l'eau et la plupart des dissolvants organiques. Il ne distille pas sans décomposition même sous une pression de 1^{mm}.

Ce composé est la dialdéhyde bromoxymaléique

$$OHC - C(OH) = CBr - CHO$$

Il possède en effet un caractère acide à rapporter à un groupement énolique. Il peut être titré par les alcalis en présence de phtaléine (M : trouvé 180,5; calculé 179). Ce caractère acide disparaît par acétylation. Son acétate, qui contient un seul groupement acylé, est un liquide sirupeux qui distille à 118°-120° sous $1^{mm},5$. On régénère facilement de cet acétate le composé énolique par ébullition prolongée avec de l'eau alcoolisée.

Il possède de plus un caractère aldéhydique très marqué. Il recolore la fuchsine décolorée par le gaz sulfureux et réduit le nitrate d'argent ammoniacal.

Sa solution aqueuse, additionnée d'une solution de chlorhydrate de semi-

---

(1) Hill et Coruelison, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XII, p. 1292.

(2) Lespieau et Viguier, *Comptes rendus*, t. 146, p. 294.

carbazide, fournit instantanément, même en l'absence d'agents alcalins, un précipité d'une monosemicarbazone extrêmement peu soluble (déc. 198°).

L'acétate de phénylhydrazine fournit dans les mêmes conditions une monophénylhydrazone, très peu soluble aussi. Recristallisée dans l'alcool, elle forme de beaux prismes probablement orthorhombiques qui se décomposent à 126°-126°,5. Un traitement analogue par le chlorhydrate d'hydroxylamine en milieu alcalin conduit à une *trioxime* extrêmement soluble dans l'eau et l'alcool, très peu soluble dans l'éther qui se décompose brusquement à 94°-95°.

Enfin l'action simultanée du brome et de l'eau donne comme produit principal d'oxydation l'acide mucobromique.

Tous ces faits ne s'expliquent qu'en attribuant au composé

$$C^4H^2Br(OH)O^2$$

les deux formules tautomères

$$CHO - C(OH) = CBr - CHO,$$
$$CHO - CO - CHBr - CHO.$$

Le composé $C^4H^2Br^2O^2$ est donc bien la dialdéhyde bibromomaléique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de quelques acides paraconiques substitués en acides cyclopropanedicarboniques isomères.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **R. Locquin**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons trouvé une réaction simple permettant de passer de certains acides lactoniques aux acides bibasiques isomères dérivés du cyclopropane; ce sont les premiers résultats que nous avons obtenus dans cette direction qui font l'objet de cette Note.

I. Les acides lactoniques sur lesquels nous avons expérimenté appartiennent au type paraconique; ce sont :

1° L'acide phénylparaconique

$$\begin{array}{l} \qquad\qquad\qquad\quad CO^2H \\ \qquad\qquad\qquad\quad\ \ | \\ C^6H^5 - CH - CH - CH^2 \\ \qquad\quad\ \ | \qquad\qquad\quad\ | \\ \qquad\quad O \text{———————} CO \end{array}$$

2° L'acide diméthylparaconique, ou térébique

$$\begin{array}{llcccc} & & & CO^2H & & \\ & & & | & & \\ CH^3 & \searrow & & & & \\ & C & - & CH & - & CH^2 \\ CH^3 & \nearrow | & & & & | \\ & O & - & - & - & CO \end{array}$$

Ces deux acides, soumis à la réaction que nous décrivons ci-dessous, se changent, le premier en acide phénylcyclopropanedicarbonique

$$C^6H^5 - CH \left\langle \begin{array}{l} CH - CO^2H \\ | \\ CH - CO^2H \end{array} \right.$$

et le second en acide diméthylcyclopropanedicarbonique

$$\left. \begin{array}{l} CH^3 \\ CH^3 \end{array} \right\rangle C \left\langle \begin{array}{l} CH - CO^2H \\ | \\ CH - CO^2H \end{array} \right.$$

Cette curieuse transformation se réalise très aisément en faisant agir le chlorure de thionyle $SOCl^2$ sur l'acide sec dissous dans environ une fois et demie son poids de benzène, à la température du bain-marie, maintenue pendant 12 heures. Le mode opératoire est le même pour les deux acides.

L'acide phénylparaconique (sec et fusible à 121°), soumis à ce traitement, se dissout à chaud en même temps qu'il y a un dégagement d'acide chlorhydrique et d'anhydride sulfureux. La dissolution benzénique laisse déposer des croûtes grises, cristallines, qui, redissoutes dans le benzène bouillant, se déposent sous forme de lames blanches, peu solubles dans le benzène froid, assez solubles dans l'éther et fusibles à 136°-137°.

Ce corps est neutre ; il donne à l'analyse des nombres correspondant à la composition exprimée par la formule $C^{11}H^8O^3$; c'est l'*anhydride* déjà connu de l'*acide phénylcyclopropanedicarbonique*.

Hydraté par l'eau ou par les alcalis, il donne un acide fusible à 147°-148° après cristallisation dans un mélange de benzine et d'alcool.

L'analyse assigne à ce dernier composé la formule $C^{11}H^{10}O^4$. C'est l'acide cis-phénylcyclopropanedicarbonique déjà décrit. La détermination du poids moléculaire a donné 204 au lieu de 206.

Nous avons préparé l'*acide anilé* $C^6H^5 - CH \left\langle \begin{array}{l} CH - CO - NH - C^6H^5 \\ | \\ CH - COOH \end{array} \right.$ fusible à 178°-180°, ainsi que l'*anile* $C^6H^5 - CH \left\langle \begin{array}{l} CH - CO \\ | \\ CH - CO \end{array} \right\rangle N - C^6H^5$ fusible à 191°-193°, après cristallisation dans le benzène et l'alcool. Ces

composés peuvent servir à identifier l'acide cis-phénylcyclopropanedicarbonique.

II. L'acide diméthylparaconique ou térébique, sur lequel nous avons opéré, était parfaitement cristallisé; desséché à l'étuve à 140°, il fondait à 174°. Après l'action du chlorure de thionyle effectuée comme dans le cas précédent, nous avons chassé le benzène, et le résidu distillé dans le vide nous a donné un liquide bouillant à 159°-162° sous 12^{mm}, cristallisant partiellement dans la glace; les cristaux, simplement séchés sur la porcelaine poreuse, fondaient à 44°.

Ce corps est l'*anhydride diméthylcyclopropanedicarbonique* déjà décrit par divers auteurs, notamment M. Baeyer, et donné par Thorpe et Perkin comme fondant à 56°.

Par hydratation, cet anhydride nous a donné un *acide* cristallisant dans l'éther et fusible vers 171°-172°, température très voisine de la température de fusion de l'acide térébique (174°), mais le mélange des deux acides fond beaucoup plus bas. D'ailleurs, l'acide cis-diméthylcyclopropanedicarbonique ou cis-carbonique de M. Baeyer est décrit comme fondant à 174°.

L'analyse donne des nombres qui conviennent à la formule $C^7H^{10}O^4$ et la détermination du poids moléculaire a donné 156 au lieu de 158.

Pour permettre l'identification de cet acide, nous avons préparé :

1° L'*acide anilé* : $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} CH - CO - NH - C^6H^5 \\ | \\ CH - CO\,OH \end{matrix}$, fusible à 153°, après cristallisation dans l'éther;

2° L'*anile* : $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} CH - CO \\ | \\ CH - CO \end{matrix} \!\!>\! N - C^6H^5$, belles aiguilles fusibles à 115°.

Nous interprétons de la façon suivante les résultats que nous avons obtenus : en prenant comme exemple l'acide phénylparaconique, nous aurons :

$$(I) \quad \begin{matrix} C^6H^6 - CH - CH - CO^2H \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; | \qquad CH^2 \\ \quad\;\; | \qquad\;\; | \\ \quad\;\; O \;-\; CO \end{matrix} + SOCl^2 = \begin{matrix} C^6H^5 - CH - CH - CO^2H \\ \qquad | \qquad\;\; | \\ \qquad O \qquad CH^2 \\ \qquad | \qquad\;\; | \\ \qquad SOCl \;\; COCl \end{matrix}$$

c'est-à-dire que, dans une première phase, il y aurait ouverture de l'enchaînement lactonique et fixation de $SOCl^2$. Puis, dans une deuxième phase

qu'on peut représenter par le schéma :

$$\text{(II)}\quad \begin{array}{l} C^6H^5-\underset{\underset{SOCl}{|}}{\underset{|}{O}}{\overset{}{CH}}-\underset{\underset{COCl}{|}}{\underset{|}{CH^2}}{CH}-COOH \end{array} = SO^2 + HCl + \begin{array}{l} C^6H^5-CH\!\!-\!\!CH-CO^2H \\ \qquad\quad \diagdown\,| \\ \qquad\quad\; CH-COCl \end{array}$$

il y aurait dégagement d'anhydride sulfureux et d'acide chlorhydrique, tandis que la chaîne se fermerait simultanément. Enfin, le groupe CO Cl, réagissant sur le groupe CO^2H restant, donne alors l'anhydride phénylcyclopropanedicarbonique, qui se présente effectivement comme le résultat final de la réaction.

Quoi qu'il en soit, la réaction est toute nouvelle et doit pouvoir se généraliser; nous avons déjà étudié l'action du chlorure de thionyle sur un certain nombre de lactones; nous nous proposons d'étendre cette étude à d'autres acides lactoniques, notamment aux acides lactoniques-1.5, ce qui conduirait aux dérivés du cyclobutane.

AGRONOMIE. — *Sur le fromage des Touareg.*

Note (1) de M. G. DE GIRONCOURT, présentée par M. A. Müntz.

Les Touareg du Moyen Niger, dont l'exploitation pastorale, eu égard à la faible productivité du sol, représente la mise en valeur optime des régions semi-désertiques sahéliennes, préparent, avec le lait de leurs troupeaux de bovidés, certains fromages dont les qualités de bonne conservation en font une ressource précieuse comme matière d'échange dans les relations de ces nomades avec les populations sédentaires.

Ces fromages pourront devenir, dans un avenir rapproché, l'objet d'une fabrication plus importante, avec le développement croissant des troupeaux à la faveur de la paix. Actuellement, ils représentent dans les campements l'utilisation du surplus de la production laitière, l'alimentation des Touareg, peu consommateurs de viande, ayant pour base le lait en nature, adjoint aux bouillies composées avec les graines des graminées spontanées (*Cenchrus echinatus*, *Paspalum* et *Panicum* divers); de plus, une certaine quantité de beurre est préparée pour les besoins culinaires.

La transformation en fromage a lieu surtout en août et septembre, époque de la chasse à la jeune gazelle, dont le tube digestif est utilisé pour

(1) Présentée dans la séance du 10 juillet 1911.

le caillage. Les Peuls nomadisant dans les régions plus méridionales ont recours, pour cailler le lait, à l'action de la feuille de l'arbre dit *korourou*. On place le caillé dans des égouttoirs en nattage, puis on soumet la masse à une dessiccation progressive en la retournant chaque jour, soit au soleil pendant 10 jours, soit devant un feu durant 6 jours seulement, le fromage obtenu par exposition au feu étant réputé de meilleure qualité.

Ces fromages ne sont jamais additionnés de sel et le lait n'est pas écrémé au préalable. Selon les tribus, la grosseur et la forme extérieure varient. Les Touareg de Tombouctou préparent un fromage très mince, la masse de caillé qu'ils isolent ne dépassant pas en dimension la largeur de la main humaine. La pâte, qui conserve l'empreinte de la natte d'égouttage, se réduit finalement à une épaisseur quelquefois inférieure à 1^{cm} ou 2^{cm}. Au contraire les Touareg Oudalan, et surtout les Peuls nomadisant au sud de ceux-ci, fabriquent des fromages lenticulaires dont la dimension atteint 15^{cm} en largeur et 8^{cm} en épaisseur.

Quelle que soit leur forme, ces fromages, dont la dessiccation est très complète, sont de bonne conservation à l'état de sec, pendant de longs mois, voire une année entière. Les Touareg du Niger les préparent en notables quantités, en vue de la consommation par petits fragments ajoutés aux bouillies alimentaires. Ils sont ainsi très appréciés des sédentaires de la vallée du Niger.

Les échantillons ont été rapportés en excellent état de conservation. Ils se présentaient sous l'aspect de petits fromages de Hollande très aplatis, à masse dure, à texture très compacte, d'une couleur jaune brun, entourée d'une croûte de couleur plus foncée. L'analyse de la pâte, faite par M. L. Ammann, a donné les résultats suivants :

Eau	8,90
Matières azotées totales	38,59
Matières azotées solubles	1,77
Ammoniaque	0
Beurre	36,0
Matières minérales	3,94
Acides volatils	0
Acide lactique	5,08
Azote soluble pour 100 de l'azote total	4,5

Cette analyse montre tout d'abord que le fromage des Touareg est extraordinairement sec : le camembert renferme environ 53 pour 100 d'eau et le gruyère 35 pour 100.

Les chiffres relatifs à la matière azotée indiquent que la maturation de la pâte, c'est-à-dire la transformation, la liquéfaction de la matière azotée, est à peine ébauchée, ce que confirme l'absence de l'ammoniaque. (Camen-

bert, ammoniaque : 0,345; azote soluble : 86 pour 100 de l'azote total. Gruyère, ammoniaque : 0,056; azote soluble, 22 pour 100.)

La dessiccation très grande de la pâte est certainement une des causes empêchant la maturation de se produire. De plus, cette ébauche de maturation du fromage des Touareg est encore remarquable par ce fait qu'elle semble accompagnée uniquement d'une formation d'acide lactique, à l'exclusion de tout acide volatil.

Les microorganismes isolés de ce fromage par MM. Heim et Sartory, par sondage de la pâte à diverses profondeurs et culture sur bouillon pepto-glycériné-glucosé, solidifié par gélose ou gélatine, ont été : *Mucor racemosus* et *Rhizopus nigricans*, *Penicillium glaucum*, *Oïdium lactis*, *Cryptococcus glutinis*, *Bacillus subtilis* et *Micrococcus prodigiosus*. Les bactéries peuvent être considérées comme hôtes de la pâte du fromage, mais elles n'y jouent, semble-t-il, aucun rôle fermentatif. Les champignons déterminent une combustion progressive en surface, dans le milieu de culture constitué par le fromage, des principes contenus : acide lactique, peut-être même matières azotées, comme le fait a été indiqué dans la maturation de nos fromages indigènes, en particulier pour *Oïdium lactis*. La prédominance très marquée dans la pâte de *Mucor racemosus* et d'*Oïdium lactis* semble permettre de considérer ces deux champignons comme les agents essentiels de la fermentation.

En résumé, le fromage que préparent les Touareg possède un degré de dessiccation non signalé encore par aucun produit similaire d'industrie fromagère, ce qui lui assure une conservation pour ainsi dire indéfinie, et le rend facilement transportable à longue distance.

L'immersion dans l'eau, la cuisson dans les bouillies alimentaires, en rendant à sa pâte l'eau qu'elle a perdu lors de la fabrication, développent sur ce produit les qualités de saveur que la dureté de sa pâte peut dissimuler de prime abord.

La maturation n'étant qu'ébauchée, les principes nutritifs se maintiennent au sein de la masse avec, pour ainsi dire, leur valeur intégrale.

La haute teneur en beurre, en matières azotées (demeurées pour la plupart inaltérées), la présence de l'acide lactique, dénotent une denrée alimentaire de qualité, des plus précieuses pour les populations indigènes du Soudan.

Ce fromage des Touareg représente un produit fort intéressant des régions sahéliennes, s'étendant de la Mauritanie au Tchad : sa fabrication

ne peut que s'accroître beaucoup avec le développement du bien-être, car il constitue un moyen d'échange avantageux pour les nomades.

La production fromagère des régions semi-désertiques est susceptible d'augmentation, par suite du croît des troupeaux et des ressources herbagères utilisables. Son débouché peut devenir de plus en plus important chez les populations sédentaires de la vallée du Niger, et s'étendre sans doute aussi jusqu'aux zones peuplées plus méridionales, où la présence de la mouche tsé-tsé s'oppose à l'élevage du bétail.

AGRONOMIE. — *Le soufre mouillable.*

Note (1) de MM. **Vermorel** et **E. Dantony**, présentée par M. A. Müntz.

Nous avons indiqué, dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 12 décembre 1910), comment on pouvait obtenir économiquement du soufre mouillable à l'eau par simple addition de 1 pour 100 de savon.

Le soufre ainsi obtenu ne se laisse pas mouiller par les solutions métalliques ou par les liquides acides de certaines bouillies cupriques.

Nous avons cherché à obvier à ce défaut et les recherches que nous avons entreprises nous ont conduits à une nouvelle formule.

Préparer une solution avec :

Alcool dénaturé	2^l
Acide oléique (oléine du commerce)	200^{cm^3}

Prendre cette solution, l'ajouter et la mélanger avec 100^{kg} de soufre.

Après évaporation de l'alcool, le soufre ainsi préparé conserve la propriété de se laisser mouiller par l'eau et par les solutions métalliques acides, basiques ou neutres.

Il convient d'ajouter que le soufre, simplement imprégné d'alcool, se laisse mouiller par l'eau, mais qu'il cesse d'être mouillable dès que l'alcool est évaporé, alors que l'addition de l'huile assure la permanence de la mouillabilité. C'est une constatation au moins inattendue.

Si l'on récupère l'alcool, $0^{fr},20$ de matières premières suffiront pour rendre mouillable 100^{kg} de soufre.

(1) Présentée dans la séance du 10 juillet 1911.

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la destruction de la* Cochylis *de la vigne.* Note [1] de M. A. DE VARENNE, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les vignobles d'une grande partie de la Bourgogne sont envahis cette année par des larves de la *Cochylis*. On reconnaît la présence des larves de cet insecte dans beaucoup de grappes de raisin, dont ils coupent et font tomber les grains, occasionnant par là un dégât sérieux. En effet, dans certaines de ces grappes, on compte une ou deux larves, mais souvent, suivant les climats, on en rencontre trois ou quatre, et il est arrivé d'en trouver jusqu'à huit dans le même grain de raisin.

Si l'on songe que ces larves vont, à la fin de juillet, donner une nouvelle génération beaucoup plus abondante que celle du printemps, on comprend l'intérêt qu'il y aurait pour les viticulteurs à arrêter leur progrès et l'on comprend aussi l'inquiétude des vignerons, quand on se rappelle que la récolte a fait totalement défaut l'année dernière.

Voici un procédé que j'ai expérimenté et qui m'a donné de bons résultats :

C'est un mélange de benzine ordinaire avec de l'huile d'œillette, dans la proportion de 4 parties de benzine pour 1 partie d'huile. Le liquide se mélange intimement au moyen d'un compte-gouttes ou d'un flacon compte-gouttes. On en met une ou deux gouttes sur les petits paquets qui renferment la larve et qui se voient d'ailleurs très facilement. La larve est tuée en quelques secondes. Le procédé semble absolument inoffensif pour le raisin, ce qui d'ailleurs est indispensable.

La benzine, qui a une tension superficielle plus faible que l'huile, sert de véhicule à cette dernière et la fait pénétrer dans les parties de la grappe qu'elle n'atteindrait pas seule, et le mélange fait périr la larve.

On peut remplacer, par raison d'économie, la benzine ordinaire par de l'essence minérale, dans la même proportion de 4 parties d'essence pour 1 partie d'huile.

J'ajoute que ce procédé, qui peut paraître peu pratique, l'est cependant infiniment plus que ceux employés actuellement par les vignerons qui cherchent à enlever les larves dans la jeune grappe soit avec les doigts, soit avec des pinces, ou même avec un petit crochet à faire la dentelle, procédés qui ont le grave inconvénient d'estropier les raisins.

Un homme peut traiter dans sa journée environ deux ouvrées et demie

---

(1) Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

(l'ouvrée représente 4 ares 28 centiares) et la dépense revient à une dizaine de francs par hectare.

BOTANIQUE. — *Sur les caractères des plantes arrosées à l'eau salée.* Note [1] de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai été amené à répéter quelques-unes des expériences que j'ai faites en 1888 et 1889 [2] sur le *Lepidium sativum* arrosé à l'eau salée; le but que je me propose d'atteindre nécessitant plusieurs séries successives de ces expériences nouvelles, je ne puis pas attendre de résultats vraiment sérieux avant deux ou trois ans, aussi je ne comptais rien publier de ce que j'ai trouvé cette année; mais il s'est rencontré quelques faits intéressants qu'il me paraît utile de signaler dès maintenant.

J'ai installé des cultures de cresson alénois de la même manière sur quatre points différents, pour comparer l'action des arrosages à l'eau de source pure à celle des arrosages à l'eau de source additionnée de chlorure de sodium. Dans chaque installation, j'ai disposé cinq pots contenant une terre qui est la même pour chaque station, mais différente d'une station à l'autre. Je me contenterai de désigner en gros les termes extrêmes : j'avais à ma disposition du terreau très riche d'une part et, d'autre part, une terre de chenevière additionnée de son tiers de sable, c'est-à-dire pauvre en matériaux nutritifs. Les liquides des arrosages étaient :

1° Une solution de chlorure de sodium contenant 12g,5 de sel par litre d'eau de source (arrosage pour deux pots);

2° La même solution additionnée de son volume d'eau de source (arrosage pour deux pots);

3° De l'eau de source pure (arrosage pour un pot).

Ces arrosages étaient faits, au début, par un large tube de plomb s'enfonçant à trois centimètres au-dessous de la surface du sol; puis, plus tard, lorsque les plantes furent suffisamment développées, les liquides furent versés rapidement à la surface du sol en l'inondant.

Voici les faits que je désire signaler dès maintenant :

D'abord, j'ai retrouvé entre les cultures salées et la culture témoin les

---

(1) Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

(2) Pierre Lesage, *Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1890).

différences appréciables extérieurement déjà indiquées et concernant la taille, la carnosité et la coloration. Dans les plantes arrosées à l'eau salée, la taille était moindre, la carnosité plus marquée et la coloration plus jaunâtre que dans le témoin arrosé à l'eau de source.

En ce qui concerne le dernier caractère, il faut remarquer que les différences changent de sens au cours du développement du *Lepidium sativum*. Au début des cultures, même après un certain temps des arrosages, la coloration s'est montrée d'un vert foncé dans les plantes salées et d'un vert tendre dans les plantes témoins. Rappelons que j'avais déjà signalé cette attitude, quant à la coloration dans les plantes poussées dans un sol salé au préalable et arrosé à l'eau de source. Ce n'est que plus tard que la coloration jaunâtre dans les plantes salées se manifeste nettement. Il m'a paru que ce changement de coloration se fait d'abord et d'une façon marquée dans la terre la moins riche, terre de chènevière additionnée de sable.

Un autre point que je désire mettre en relief est le suivant. La durée de la période végétative ou du cycle évolutif du *Lepidium*, dans les plantes arrosées avec les solutions de sel marin est plus courte que celle de la même plante arrosée à l'eau de source. Ce point est intéressant parce qu'il montre que la composition chimique des arrosages et, par suite, celle du sol qui les reçoit peuvent intervenir pour diminuer la durée de l'évolution des plantes. Cette intervention, bien constatée, devait être signalée parce que des recherches d'une autre forme et leurs conclusions (¹) pourraient porter à la mettre en doute ou à la nier.

BOTANIQUE. — *Sur les prothalles d'*Equisetum. Note (²) de M. G. **Perrin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans notre étude sur les prothalles de *Polypodiacées*, nous avons indiqué que l'*unisexualité* et l'*apogamie* étaient beaucoup plus fréquentes qu'on ne l'indiquait généralement, l'*hermaphrodisme* étant loin d'être la règle.

Des recherches récentes sur les prothalles de *Prêles* nous ont montré que, inversement, l'*unisexualité* n'est pas aussi générale qu'on semble l'admettre et que l'*hermaphrodisme* se rencontre assez fréquemment.

(¹) Henry Dupuy, *De l'influence du bord de la mer sur le cycle évolutif des plantes annuelles* (Thèse de la Faculté des Sciences de Paris, 1908, p. 234).

(²) Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

Nos expériences ont porté sur les prothalles d'*Equisetum silvaticum*, d'*E. arvense* et d'*E. palustre*. Tout d'abord, contrairement à ce qu'annonce Duval-Jouve, dans son Traité des *Equisetum de France*, les spores peuvent conserver plus de dix jours après la sporose, leur faculté germinative. Ayant placé des spores d'*E. arvense* et d'*E. palustre*, dans une atmosphère légèrement humide, celles-ci ont pu germer, même après un mois; dans l'air sec, au contraire, des spores identiques avaient perdu leur faculté germinative. La membrane externe des spores d'*Equisetum* étant peu épaisse et ne portant aucune éminence, contrairement à celle des Polypodiacées, ne s'oppose pas à la dessiccation de leur contenu, de sorte que dans l'air sec ces spores se ratatinent et meurent en quelques jours. Ce qui montre bien d'ailleurs que cette perte rapide du pouvoir germinatif ne tient nullement au contenu de la spore, mais à son enveloppe, c'est que lorsque les élatères ne se déroulent que très tard, le pouvoir germinatif de ces spores se conserve, même à l'air sec pendant plus de quinze jours.

La germination des spores de Prêles s'obtient aussi facilement que celle des spores de Polypodiacées; le début du développement est à peu près semblable.

Toutefois la cellule cunéiforme qui apparaît le plus souvent à la fin de la troisième semaine chez les prothalles hermaphrodites de Polypodiacées, laquelle par son cloisonnement donne à ces prothalles l'aspect cordiforme, ne se montre, au contraire, que plus tard chez les prothalles semblables d'*Equisetum*.

Le plus souvent les prothalles d'*Equisetum* sont *unisexués;* lorsqu'ils sont *mâles*, ils sont digités et portent les anthéridies à l'extrémité de leurs rameaux; sauf leurs ramifications plus nombreuses et leurs anthéridies qui ne sont pas construites sur le même type, on les prendrait volontiers pour des prothalles mâles des Polypodiacées.

Lorsqu'ils sont *femelles*, ils sont plus ramassés et prennent plus ou moins l'aspect cordiforme; ils présentent un coussinet dans lequel sont enfoncées les archégones. Si certains de ces prothalles présentent des ailes à ramifications lobulées, d'autres, par contre, ressemblent à s'y méprendre aux prothalles hermaphrodites de Polypodiacées. Bien mieux, ces prothalles, en apparence femelles, montrent fréquemment à leur périphérie des anthéridies parfaitement développées. Le fait est rare, il est vrai, avec *E. arvense*, mais fréquent avec *E. silvaticum* et *E. palustre*. Contrairement à l'opinion de Duval-Jouve, c'est surtout sur les prothalles en apparence femelles que nous avons trouvé cet hermaphrodisme marqué. D'autre part, les ramifica-

tions qui naissent, d'après Hofmeister, sur les vieux prothalles d'*E. arvense* rappellent de tous points les prothalles adventifs si fréquents chez les Fougères; chose bizarre ces prothalles sont fréquemment hermaphrodites et à aspect cordiforme.

En résumé, il semble que la différence n'est pas si grande qu'on l'admet généralement entre les spores et les prothalles des *Equisetum* et des *Polypodiacées*.

Dans les deux cas, lorsque les prothalles sont *unisexués*, ils sont fortement digités et lorsqu'ils sont *femelles* ou *hermaphrodites* présentent l'aspect cordiforme; dans les deux cas également, on peut obtenir des prothalles adventifs.

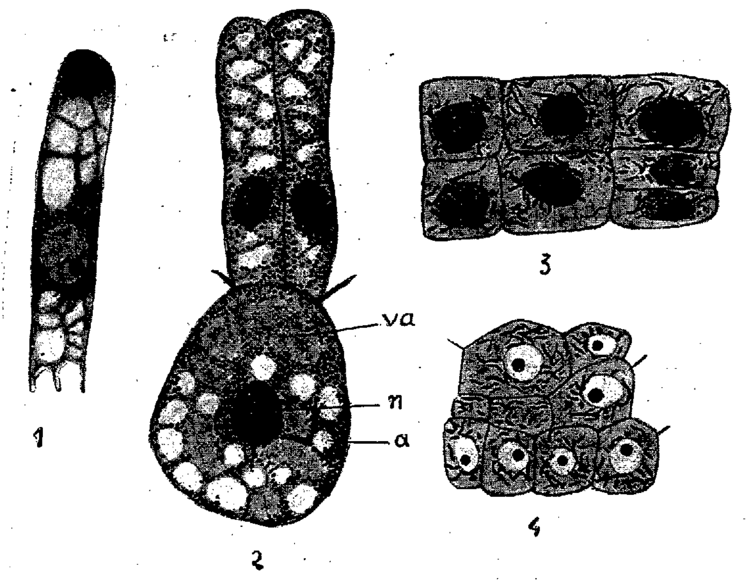
Les influences extérieures paraissent avoir une influence marquée sur le *sexe* dans ces deux catégories de porthalles, et cette influence se manifeste dans le même sens. Il semblerait donc logique de rapprocher plus qu'on ne le fait les gamétophytes des *Prêles* et des *Fougères;* de même que chez les premiers l'unisexualité est loin d'être la règle, chez les seconds l'hermaphrodisme est loin d'être constant: dans les deux cas le sexe amène des différences morphologiques qui, à peu de chose près, sont entièrement comparables.

BOTANIQUE. — *Sur les mitochondries des cellules végétales.* Note (1) de M. A. **Guilliermond**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Les mitochondries, qui ont été l'objet dans ces dernières années de nombreux et importants travaux dans les cellules animales, sont encore à peine connues chez les végétaux. Elles ont été signalées cependant dans de courtes Notes par Mewes, Tischler, Smirnow, Duesberg, Howen, Pensa et Lewitsky. Ces deux derniers auteurs admettent que les amyloleucites et les chloroleucites résulteraient de la transformation directe des mitochondries des cellules embryonnaires, ce qui attacherait à l'étude de ces formations une importance considérable et serait de nature à apporter une solution définitive à la question de leur rôle encore discuté. C'est pour ces raisons que Nous avons entrepris une étude d'ensemble sur les mitochondries des cellules végétales, dont nous résumerons aujourd'hui les premiers résultats.

(1) Présentée dans la séance du 10 juillet 1911.

A. L'étude des végétaux inférieurs ne nous a généralement pas permis d'observer des mitochondries à l'aide des méthodes de Benda et de Regaud. Nous n'avons pu en différencier, ni dans les moisissures et les levures, ni dans les Bactéries et les Cyanophycées. Ces organismes sont-ils dépourvus de mitochondries, ou ces corps existent-ils, mais pour être différenciés demandent-ils le secours d'une technique spéciale? Nous ne saurions nous prononcer pour l'instant. Toutefois, nous avons observé dans les jeunes asques de *Pustularia vesiculosa* de nombreuses mitochondries. Ces corps apparaissent à l'extrémité des filaments ascogènes, autour des quatre noyaux qui occupent les crosses, aux dépens desquels se constitueront les asques; ils se montrent sous forme de filaments très enchevêtrés les uns dans les autres et forment sur un côté du noyau une masse confuse. Dans les asques au début de leur naissance, ils se localisent sur tout le pourtour du noyau et présentent l'aspect de filaments rectilignes ou plus ou moins flexueux, c'est-à-dire de *chondriocontes* (*fig.* 1). Au fur et à mesure que



1. Jeune asque de *Pustularia vesiculosa*. — 2. Une cellule parenchymateuse du cotylédon d'Orge, surmontée de deux cellules de l'épiderme sécréteur (début de la germination) : *a*, grain d'amidon transitoire; *n*, noyau; *va*, vacuoles résultant de la dissolution des grains d'aleurone. — 3. Cellules parenchymateuses d'un rudiment de feuille de la gemmule de Maïs (début de la germination). — 4. Cellules du méristème de la tigelle de Ricin (début de la germination).

l'asque augmente de volume, on en voit apparaître également dans la région apicale de la cellule.

B. L'étude des végétaux supérieurs s'est montrée beaucoup plus favorable à nos recherches et nous a permis de mettre en évidence de nombreuses mitochondries dans diverses graines. Ces corps se rencontrent dès le début de la germination non seulement dans tous les tissus de l'embryon, mais encore dans l'albumen lorsque celui-ci est représenté.

Dans les graines de Ricin, chaque cellule de l'albumen renferme un assez grand nombre de mitochondries sous forme de petits bâtonnets répartis dans la trame cytoplasmique limitant les grains d'aleurone.

Les mitochondries sont beaucoup plus abondantes dans les différents organes de l'embryon, (cotylédon, gemmule, tigelle et radicule). Elles offrent presque toujours l'aspect de bâtonnets, parfois très longs et très flexueux (chondriocontes) et sont placées au sein du cytoplasme et de préférence autour de la paroi du noyau (*fig.* 4).

Les graines de Haricot offrent également des mitochondries dans toutes les cellules du cotylédon qui, ici, remplace physiologiquement l'albumen; dans les cellules parenchymateuses, elles sont localisées entre les grains d'aleurone qui occupent toute la périphérie de la cellule, sous forme d'un très grand nombre de petites sphérules. Dans les cordons procambiaux, elles revêtent le plus souvent la forme de chondriocontes. Enfin on les retrouve à cet état de chondriocontes dans tous les tissus de l'embryon.

Les mitochondries sont également très nombreuses dans les divers tissus de la graine des Graminées (Orge, Blé, Maïs). Dans les cellules du cotylédon (épiderme, parenchyme et cordons procambiaux) elles sont situées dans tout le cytoplasme qui limite les grains d'aleurone et présentent l'aspect de petits grains isolés ou réunis par deux (c'est-à-dire de *mitochondries proprement dites*). Elles sont tellement abondantes que c'est à peine si elles laissent apercevoir le cytoplasme.

On les retrouve avec le même aspect dans les cellules de l'assise protéique de l'albumen. Elles sont enfin très abondamment représentées dans toutes les cellules des autres organes de l'embryon, mais toujours sous forme de chondriocontes (*fig.* 3).

Les mitochondries des cellules végétales sont très faciles à différencier par les méthodes de Regaud; on peut aussi les obtenir avec la méthode de Benda, bien que beaucoup moins régulièrement et d'une manière très inconstante. Elles présentent nettement les caractères histochimiques des mitochondries des cellules animales, et il ne saurait exister aucun doute sur leur nature.

C. Nous avons observé la manière dont se comportent ces éléments pendant différents stades de la germination des graines d'Orge.

Dans la graine à l'état de vie ralentie, il ne nous a pas été possible de constater de mitochondries. Toutefois, comme on observe des mitochondries déjà à ce stade dans la graine de Ricin, on peut admettre qu'elles existent aussi dans les graines d'Orge non germées, et qu'elles sont seulement plus difficiles à mettre en évidence. D'ailleurs les mitochondries y font leur apparition dès que les graines ont été déposées pendant quelques heures sur un papier buvard humide. Elles offrent à ce moment l'aspect que nous avons décrit précédemment (*fig.* 2).

Les mitochondries persistent dans les cellules du cotylédon sans subir de modifications importantes pendant toute la durée de son existence. Elles ne disparaissent qu'au bout d'une dizaine de jours, au moment où le cotylédon a achevé son rôle et entre en régression.

Dans les cellules des autres organes de l'embryon, les chondriocontes persistent dans les méristèmes et disparaissent peu à peu à mesure que les tissus se différencient. Dans les cellules parenchymateuses de la tigelle et de la gemmule leur disparition coïncide avec l'apparition des chloroleucites et, dans les cellules des cordons procambiaux, avec leur différenciation en faisceaux libéro-ligneux.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence du goudronnage des routes sur la végétation des arbres du bois de Boulogne.* Note [1] de M. C.-L. **Gatin**, présentée par M. L. Mangin.

A plusieurs reprises, l'attention de l'Académie a été attirée notamment par les travaux de MM. Mirande [2] et Griffon [3] sur l'influence nocive que pouvait avoir le goudronnage des routes sur la végétation avoisinante.

L'étude de la végétation des arbres des allées goudronnées du Bois de Boulogne m'a permis, ainsi que le souhaitait M. Griffon, d'enregistrer les résultats d'une expérience « faite en grand et dans les conditions de la pratique ».

Parmi ces allées goudronnées, nous considérerons:

L'allée des Sablons à la Porte Dauphine.

L'allée de Longchamp (allée des Acacias).

L'allée des Fortifications.

L'allée allant des Acacias à Bagatelle.

Les deux premières présentent une circulation particulièrement active et ne sont pas goudronnées dans toute leur longueur, ce qui permet d'établir des comparaisons entre la végétation qui borde leurs parties goudronnées et celle qui borde leurs parties non goudronnées.

Les arbres qui bordent ou avoisinent les parties goudronnées, ainsi que tout le monde peut le constater, se distinguent des autres par l'aspect plus rabougri de leur végétation, les dimensions moindres de leurs feuilles, fréquemment recroquevillées et tachées, parfois déchiquetées, la chute prématurée des feuilles ou des folioles, la moins grande vigueur des pousses de l'année.

En outre il est intéressant de remarquer que la partie haute des arbres de la région goudronnée est moins atteinte que la partie basse, plus exposée.

J'ai effectué, sur ces diverses essences, un grand nombre de mesures biométriques dont je donne ici le résumé, et qui permettent de se rendre

(1) Présentée dans la séance du 10 juillet 1911.

(2) M. Mirande, *De l'action des vapeurs sur les plantes vertes* (*Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 481-483).

(3) Ed. Griffon, *Influence du goudronnage des routes sur la végétation avoisinante* (*Comptes rendus*, t. 151, 5 décembre 1910).

compte des effets produits par le voisinage d'une chaussée goudronnée très fréquentée et ensoleillée.

Catalpa bignonioides (¹).

	Plantes de la partie non goudronnée.	Plantes de la partie goudronnée.
Nombre de feuilles sur une pousse de l'année...	13,5 [4]	11,2 [4]
Largeur des feuilles (en centimètres)..........	10,2 [25]	9,3 [17]
Longueur de la feuille (en centimètres)........	20,9 [24]	14,6 [17]
Longueur du limbe (en centimètres)...........	15,1 [24]	10,0 [17]
Surface foliaire d'un rameau de l'année (mesurée directement en centimètres carrés).........	956,4	495,7

Robinia Pseudo-Acacia.

	Partie non goudronnée.	Partie goudronnée.	
		Branches hautes.	Branches basses.
Nombre de feuilles par pousse annuelle.	4,4 [11]	3,6 [16]	2,2 [17]
Longueur des feuilles en centimètres .	25,0 [20]	14,7 [21]	14,4 [20]
Nombre de folioles par feuille.......	16,2 [45]	14,0 [41]	9,2 [67]
Longueur des folioles en centimètres..	4,4 [64]	2,2 [28]	1,5 [18]
Largeur des folioles en centimètres...	2,3 [65]	1,3 [33]	0,8 [18]
Surface foliaire d'un rameau de l'année (calculée en centimètres carrés)....	288	non calculé	18

Robinia Pseudo-Acacia var. monophylla.

	Partie non goudronnée.	Partie goudronnée.
Nombre de feuilles sur une pousse de l'année...	4 [21]	4 [22]
Nombre de folioles par feuille................	1,8 [93]	1,6 [93]
Longueur de la foliole terminale en centimètres.	7,1 [89]	3,7 [76]
Largeur de la foliole terminale en centimètres ..	2,8 [93]	1,9 [61]
Longueur des petites folioles en centimètres....	2,6 [83]	1,8 [46]
Largeur des petites folioles en centimètres.....	1,2 [80]	1,0 [44]

Des mesures analogues, faites sur d'autres essences, m'ont donné des résultats semblables.

(¹) Les chiffres donnés sont les moyennes de mesures dont le nombre est indiqué par les chiffres entre crochets. J'ai été aidé, dans ce travail par M. Fluteaux, préparateur à l'École de Pharmacie de Paris.

Ainsi, j'ai pu d'autre part obtenir expérimentalement, en me servant de poussière récoltée Place d'Iéna, des phénomènes de brunissure sur des feuilles de rosier et de sycomore.

Néanmoins, il est impossible, à l'heure actuelle, de savoir quelle est la part qui revient à l'action des vapeurs et celle qui revient à l'action des poussières dans la production de ces phénomènes de rabougrissement. Ceux-ci, d'ailleurs, ne se produisent pas sur la végétation bordant toutes les allées goudronnées. Les arbres de l'allée de Bagatelle et de l'allée des Fortifications, qui sont ombragées et peu fréquentées, ne paraissent pas, jusqu'ici, avoir souffert du goudronnage.

Il semble donc que *dans certains cas seulement*, et particulièrement lorsqu'une route est *très ensoleillée* et soumise à une *circulation très active*, le goudronnage pourra avoir un effet nuisible sur la végétation des plantes voisines.

A l'appui de la Communication présentée par M. *Mangin*, M. **Edmond Perrier** expose que les suies qui contiennent des matières goudronneuses ont aussi sur la végétation l'effet le plus déplorable. Au Jardin des Plantes, pendant l'hiver, la grande cheminée de l'annexe de la Sorbonne située rue Cuvier répand des torrents de fumée qui couvrent d'une poussière noire très adhérente les feuilles des Magnolias et des autres arbres verts du voisinage.

Les feuilles des Magnolias ne tardent pas à tomber pour repousser au printemps, chaque année de plus en plus malingres. Un magnifique Épicéa a perdu presque toutes ses feuilles, et ses branches supérieures, plus exposées à la fumée, sont complètement dépouillées. Le Cèdre du Liban, planté par de Jussieu et qui domine le labyrinthe, est lui-même gravement atteint.

S'il avait été donné suite au projet qui consistait à établir tout le long de la rue Cuvier, de la rue de Jussieu à la Seine, sur 40^{m} d'épaisseur, les laboratoires de Chimie qui sont si bien placés rue Saint-Jacques, au sommet de la montagne Sainte-Geneviève, c'en était fait des plantations du Jardin des Plantes.

La direction du Muséum a signalé cet état de choses à l'Université de Paris; elle espère que des mesures seront prises pour réduire au minimum la quantité de fumée déversée dans l'air par la cheminée incriminée dont se plaint d'ailleurs tout le voisinage.

ANATOMIE. — *Existence d'une loi géométrique très simple de la surface du corps de l'homme de dimensions quelconques, démontrée par une nouvelle méthode.* Note de M. B. **Roussy**. (Extrait.)

J'ai déjà publié (¹) deux méthodes qui permettent de déterminer, sur le vivant, la surface de la peau humaine.

La troisième méthode que je propose aujourd'hui est sensiblement plus simple, plus pratique et plus rapide, tout en étant au moins aussi précise que les deux précédentes.

Elle consiste à dégager tout d'abord le *périmètre moyen* et la *hauteur périphérique moyenne totale* du corps humain.

A. *Détermination du périmètre moyen.* — On mesure, avec un ruban métrique de précision, sans déprimer la peau, les 29 périmètres numérotés 1 à 18 et 8′ à 18′, en passant, aussi exactement que possible, sur les lignes indiquées dans les deux figures.

Les 20 périmètres homologues des 4 membres sont additionnés par deux. Chaque couple ne forme qu'un seul périmètre : 8 avec 8′, 9 avec 9′, et ainsi de suite jusqu'à 18 et 18′.

On obtient ainsi 18 périmètres dont on fait la somme qu'on divise par 18, ce qui donne le *périmètre moyen*.

Il est à remarquer qu'on mesure les périmètres des parties les plus rétrécies et des parties les plus renflées du corps, et qu'on délimite ainsi des segments qui, presque tous, sont sensiblement des troncs de cône.

Cette segmentation en troncs de cône est fort importante, car elle nous permettra de faire, plus tard, la *théorie mathématique de la loi géométrique de la surface du corps*.

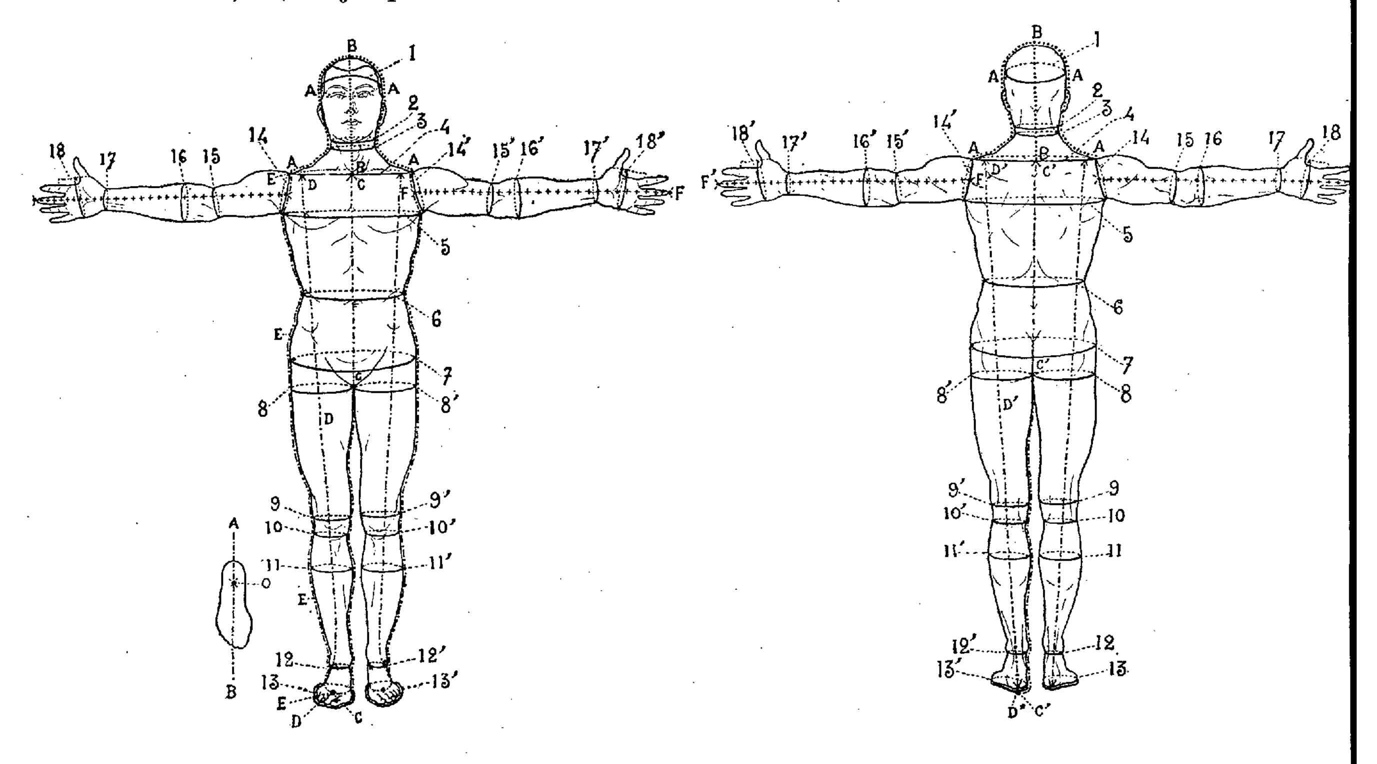
(¹) 1° *Nouvelle méthode de mensuration directe de la surface de la peau humaine*, etc., *au moyen d'un nouvel appareil, le Pelliplanimètre à compteur totalisateur et à surface variable* (*Comptes-Rendus de la Société de Biologie*, 13 mars 1899, et *Nouveau matériel de laboratoire*, etc., 1 vol. gr. in-8°, 340 p.; Paris, Doin, édit., 1899).

2° *Pelliplanimétrie photographique* ou *Nouvelle méthode pour mesurer rapidement la surface du corps humain vivant* (*Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences*, 1ᵉʳ juillet 1907).

B. *Détermination de la hauteur périphérique moyenne totale.* — Elle s'obtient en additionnant les trois hauteurs périphériques moyennes *partielles*, *a*, *b*, *c* ci-après, mesurées en appliquant étroitement le ruban métrique sur toutes les sinuosités de la peau, sans la déprimer :

a. *Des épaules, du cou et de la tête*, en suivant exactement les lignes A et B, et en divisant leur somme par 4 ;

b. *Du tronc et des membres inférieurs*, en longeant les huit lignes C, C′, D, D′, E, jusqu'à la ligne A, B de la face plantaire (*fig.* 1), ainsi que les



trois lignes homologues figurées sans lettres, sur le côté opposé du corps, et en divisant leur somme par 8 ;

c. *Des membres supérieurs*, en suivant les deux lignes F et F′, ainsi que leurs homologues sans lettres du côté opposé, et en divisant leur somme par 4.

Il suffit alors de multiplier le *périmètre moyen* par cette *hauteur périphérique moyenne totale*, pour connaître la *surface totale du corps*.

Cette surface est égale à celle d'un long cylindre qui aurait pour circon-

férence le *périmètre moyen* et pour hauteur verticale la *hauteur périphérique moyenne totale*.

Cette nouvelle méthode a été appliquée, avec le même succès, non seulement à l'adulte, mais aussi à des poupées dont les hauteurs verticales ont varié de $22^{cm},8$ à $55^{cm},1$.

Dans chaque cas, la surface du corps a été relevée, avec le plus grand soin, au moyen de figures géométriques tracées sur le corps, ainsi qu'au moyen du revêtement de mousseline qui constitue une des bases de la méthode que j'ai imaginée et publiée sous le nom de *Pelliplanimétrie photographique*. Le contrôle était rigoureux.

Pour être complet, il est nécessaire d'ajouter la surface des deux oreilles, ainsi que celle, assez variable, des organes génitaux de l'homme.

J'ai multiplié ici les lignes des mesures, pour tenir compte de toutes les régions du corps, mais il serait facile de les réduire largement, en ne prenant que celles des hauteurs d'un seul côté, par exemple, et cela sans que la précision des résultats en soit sensiblement altérée.

Cette nouvelle méthode est simple, relativement rapide, sûre et pratique. Elle peut être appliquée avec le même succès à tous les corps humains, quels que soient leurs tailles, leurs formes et leurs volumes.

Elle peut même être appliquée à des corps fort différents de la forme humaine.

L'erreur qu'elle comporte est souvent bien inférieure à $\frac{1}{100}$. Elle peut même être à peu près nulle, si le périmètre moyen et la hauteur périphérique moyenne totale ont été exactement déterminés.

En définitive, on peut donc formuler le principe de cette nouvelle méthode, en disant que la *surface de la peau de l'homme* (S) *est égale au produit de son périmètre moyen* (P_m) *par sa hauteur périphérique moyenne totale* (H_m) :

$$S = P_m \times H_m.$$

C'est là une *loi* qui, dégagée par la recherche expérimentale, repose sur une *loi géométrique pure* basée sur une *théorie mathématique*.

ENTOMOLOGIE. — *Sur la fluorescence chez les insectes lumineux.* Note [1] de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. A. Dastre.

Entre autres publications sur la biophotogénèse que M. le Dr Mc Dermott, de Washington, a eu l'amabilité de m'envoyer, il s'en trouve une particulièrement intéressante intitulée : *Luciferesceine, the fluorescent material present in certain luminous Insects* [1].

M. Mc Dermott a trouvé chez un Lampyride lumineux, *Photinus scintillans*, une substance fluorescente qu'il n'a pu isoler à l'état de pureté, mais qu'il suppose être un alcaloïde : il lui a donné le nom de *Luciferesceine*.

..., the first three syllabes agreeing with Dubois' *Luciférine* and *Luciférase* and the last three being merely the termination of *fluorescein* with *e* added the termination representing an alcaloïde.

M. Mc Dermott a mentionné les recherches de MM. Ives et Coblentz [2] qui ont également trouvé une substance à fluorescence bleuâtre complémentaire de la lumière émise par l'insecte, chez *Photinus pyralis*, *Photinus corruscus* et *Photuris pennsylvanica*, trois espèces de Lampyrides; mais il n'a pas dit que j'avais signalé déjà chez un autre Lampyride, *Luciola italica*, l'existence d'une substance à fluorescence également bleuâtre [1] et que j'avais vainement cherchée dans la larve d'hiver de *Lampyris noctiluca* [2].

Mes recherches sur la fluorescence chez les Lampyrides lumineux sont donc antérieures à celles des auteurs précités.

D'ailleurs, je n'ai pas davantage pu mettre en évidence l'existence de la fluorescence chez les larves de *Pyrophorus noctilucus* des Antilles que j'avais fait éclore et élevées au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne, en 1885. Mais M. Mc Dermott a bien voulu rappeler qu'à cette époque j'avais découvert dans le sang du Pyrophore adulte et dans ses organes lumineux

---

(1) Présentée dans la séance du 3 juillet 1911.

(1) Reprinted from the *Journal of the American chemical Society*, t. XXXIII, n° 3, mars 1911.

(2) *Bulletin of the Bureau of Standards, Washington*, t. VI, 1910, p. 321-336.

(1) *Leçons de Physiologie générale et comparée*, p. 361. Paris, Masson, 1898. — *Recherches sur la Pourpre et sur quelques pigments animaux* (5e partie, § 2, p. 574 : *Pigments fluorescents*), in *Arch. de Zool. expér.*, 5e série, t. II, n° 7, 1909.

(2) Voir *Les Élatérides lumineux* (*Bull. de la Soc. zool. de France* et *Thèses* de la Faculté des Sciences de Paris, 1886, p. 218).

un principe à fluorescence également bleuâtre, que j'ai appelé *Pyrophorine*. Il est surprenant que cette curieuse découverte de la fluorescence des Insectes lumineux de la famille des Lampyrides et de celle des Élatérides ait pendant aussi longtemps échappé aux innombrables chercheurs qui se sont occupés de la biophotogenèse.

Les faits observés par MM. Ives, Coblentz et Dermott ont l'avantage de confirmer l'exactitude de mes résultats en les généralisant. Mais je ne me suis pas contenté de découvrir la *Pyrophorine*. J'ai défini son rôle physiologique et montré que les Insectes se servent naturellement, depuis bien des siècles sans doute, de l'emploi que l'homme vient seulement de faire industriellement de substances fluorescentes pour augmenter le rendement des appareils d'éclairage, en améliorant les qualités de la lumière par transformations de radiations inutiles, et même nuisibles, en clarté agréable à l'œil et favorable à la vision. J'ai montré aussi que l'éosine introduite dans le sang du Pyrophore donne une magnifique clarté fluorescente rouge feu. Ce sont ces recherches qui m'avaient conduit à conseiller l'emploi de substances fluorescentes pour les foyers usuels de lumière artificielle (1).

J'avais considéré la Pyrophorine comme un glucoside pour diverses raisons, entre autres parce que l'acide acétique éteint la fluorescence et que l'ammoniaque la ranime. Cette expérience peut être répétée plusieurs fois de suite avec le même échantillon. Il s'agit donc d'un composé, dont la combinaison avec un acide n'est pas fluorescente; mais il se peut que ce soit un alcaloïde, comme le pense M. Mc Dermott. Il doit être identique à la Luciferescéine. Je pense, d'ailleurs, qu'on pourrait adopter cette dernière dénomination comme terme générique : Luciferescéine du Pyrophore, de la Luciole, du *Photinus*, etc.

Il se peut aussi que la Luciferescéine soit la même partout, alors le maximum de pouvoir éclairant correspondra à celui qui est provoqué pour la Pyrophorine par les rayons ultraviolets de longueur d'onde 0,391.

En tout cas, je n'ai pas dit, comme la Note de M. Mc Dermott pourrait le faire croire, que j'ai identifié ce corps fluorescent avec l'esculine. J'ai seulement parlé de quelques analogies et cela même avant que j'aie découvert que l'esculine donnait, avec la potasse caustique en solution alcoolique, une superbe lumière bleue (2).

---

(1) Voir *Les Élatérides lumineux*, p. 200.

(2) *Luminescence obtenue par certains composés organiques* (*Comptes rendus*, 1901).

Je n'ai pas émis davantage l'opinion suivante, qui m'est prêtée par M. Mc Dermott : « Dubois considered this substance to be essential to the photogenic process of the insect. »

Je n'ai jamais vu dans la fluorescence des Insectes lumineux qu'un procédé de perfectionnement indépendant de la réaction photogénique proprement dite des substances A et B, dont l'une joue par rapport à l'autre le rôle d'oxydant indirect et peut être remplacée par une parcelle de permanganate de potasse. La fluorescence peut d'ailleurs manquer chez beaucoup d'animaux lumineux, même chez les larves des Lampyrides et des Élatérides. Inversement j'ai découvert son existence chez divers animaux non photogènes [1].

En résumé :

1° J'ai le premier découvert l'existence de la fluorescence chez les animaux [2].

2° J'ai établi non seulement sa présence chez les Lampyrides et chez les Élatérides lumineux, mais encore chez un certain nombre d'animaux non lumineux j'ai mis en évidence l'existence de corps fluorescents.

3° En outre, j'ai montré expérimentalement le rôle important, mais accessoire et de perfectionnement, joué par la fluorescence dans les appareils lumineux des Insectes et suggéré ainsi le secours qu'on peut tirer des substances fluorescentes dans l'éclairage usuel. Mes prévisions ont été industriellement réalisées.

PARASITOLOGIE. — *Sur la peste des Écrevisses du lac de Nantua.* Note [3] de MM. **L. Mercier** et **R. de Drouin de Bouville**, présentée par M. A. Dastre. (Extrait.)

Contrairement à l'opinion de tous les spécialistes en matière d'ichthyopathologie, M. R. Dubois (*Comptes rendus*, 20 février 1911) ne reconnaît pas *Bacillus pestis astaci* Hofer comme étant à la fois l'agent de la *peste des Écrevisses* et de la *lépidorthose des Poissons blancs*.

---

(1) Voir *Loc. cit. : Pigments fluorescents.*

(2) La prétendue fluorescence du corps vitré de la résine n'a pu être constatée expérimentalement. Voir : *Sur la prétendue fluorescence du corps vitré* (*Bulletin de la Société de Biologie*, 1901, p. 181).

(3) Présentée dans la séance du 20 mars 1911.

Il déclare avoir « découvert, décrit et figuré le parasite qui a causé la désastreuse maladie (de la peste des Écrevisses) et démontré que ce n'était pas une Bactériacée pathogène ».

Il est cependant certain qu'un bacille pathogène a été isolé en 1898 par Hofer. Depuis, ce bacille a été l'objet de nombreuses recherches; il a été retrouvé chez toutes les Écrevisses présentant les symptômes de la « peste », qui ont été envoyées de tous les points de l'Europe au laboratoire d'ichthyobiologie de Münich. De plus, inoculé à des Écrevisses saines, il les fait périr avec les symptômes caractéristiques de la peste. Aussi Kunstler a-t-il fait remarquer dès 1900 que « la maladie étudiée par Hofer, en Russie, ayant reçu scientifiquement le nom de *peste* et son bacille étant désigné régulièrement sous la dénomination de *bacille de la peste*, la qualification de peste de l'écrevisse sera réservée à cette maladie ».

Or on sait par M. Dubois lui-même que les Écrevisses qui ont péri à Nantua, il y a 30 et 20 ans, présentaient tous les symptômes de la « peste » si bien décrits par Zundel et d'autres auteurs. D'autre part, nous avons isolé B. *pestis astaci* Hofer de l'organisme d'un Poisson du lac. Il semble donc qu'il n'y a plus lieu à discussion sur la véritable nature de la maladie qui a dépeuplé le lac de Nantua et ses tributaires des Écrevisses qui les remplissaient.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur la propriété glycogénique de la glucosamine*. Note de **M. F. Rogoziuski**, présentée par M. E. Roux.

Le sucre azoté, appelé *glucosamine* ou *chitosamine*, entre en proportion assez large dans la constitution des matières protéiques, notamment de l'ovoalbumine. Ce fait rend intéressante l'étude de ses propriétés physiologiques, d'autant plus que, en raison de sa constitution chimique, elle pourrait servir de trait d'union entre les composés ternaires et quaternaires de l'organisme vivant.

Le premier auteur qui a étudié la glucosamine, Ledderhose, a pu voir déjà que, contrairement au glucose, dont elle est si voisine, elle ne subit pas la fermentation alcoolique sous l'influence de la levure. Cette observation a été confirmée par toutes les recherches ultérieures. En même temps, plusieurs auteurs ont cherché si la glucosamine pouvait former du glycogène dans l'organisme animal.

Ils se sont servi soit du chlorhydrate de la glucosamine [Fabian (1)], soit de son

(1) *Zeitschr. f. physiolog. Chemie*, t. XXVII, 1899, p. 167.

éther éthylcarbonique [Forschbach (1)] ou de sa combinaison acétylée [K. Meyer (2)]. D'autres ont étudié l'action de la base ingérée à l'état libre [Provan Cathcart (3)]. Ces expériences, exécutées sur des lapins, ont eu un résultat négatif : on n'a pu, dans aucun cas, constater une formation tant soit peu notable de glycogène chez un animal après introduction de glucosamine.

Dans toutes ces expériences, on a opéré sur un mammifère, le lapin. Il m'a paru intéressant de vérifier comment se comporterait, au même point de vue, un oiseau, chez qui l'intensité des processus physiologiques est, comme on sait, en général beaucoup plus grande que chez le Mammifère.

J'ai choisi la poule, oiseau qui se prête très bien à ce genre de recherches et qui a été fréquemment employé dans les études sur la glycogénie.

Une poule, après 4 jours de jeûne, a reçu par voie digestive 20g du chlorhydrate de glucosamine. Après 8 heures, l'animal a été tué, et l'on a procédé immédiatement au dosage [d'après la méthode de Pflüger (4)] du glycogène contenu dans le foie et dans les muscles. Les résultats obtenus sont donnés dans le Tableau suivant :

Poids de l'animal.			Glycogène en grammes d'après le pouvoir réducteur.	
Initial.	Après le jeûne.	Poids du foie.	Dans le foie.	Dans les muscles.
1030g	917g	17g	0,0043	0,3508

Comme on le voit, les quantités de glycogène ne dépassent guère celles qu'on trouve d'habitude chez les poules ayant jeûné plusieurs jours. Cette expérience démontre donc que chez la poule comme chez le lapin la glucosamine ingérée à l'état de chlorhydrate ne peut être la source de glycogène.

Après ce résultat négatif, j'ai cru utile d'étendre la recherche aux cellules d'origine végétale. Le choix de la levure était tout indiqué.

On sait, en effet, depuis Errera (5), que les globules de levure forment du glycogène dans les solutions sucrées. Ce glycogène peut être aisément décelé dans les globules au moyen de la réaction de l'iode. Kayser et Boullanger (6) ont démontré qu'on peut même, par la numération des globules qui présentent la réaction, déterminer approximativement la quantité de glycogène formé dans les conditions données.

Je me suis servi dans mes essais de la levure haute. On commençait par épuiser les réserves de glycogène de la levure en l'abandonnant, d'après Buchner et Mit-

(1) *Hofmeisters Beiträge*, t. VIII, 1906, p. 313.
(2) *Hofmeisters Beiträge*, t. IX, 1907, p. 134.
(3) *Zeitschr. f. physiolog. Chemie*, t. XXXIX, 1903, p. 423.
(4) *Pflügers Archiv.*, t. CXIV, 1906, p. 231.
(5) *Comptes rendus*, t. 101, 1885, p. 253.
(6) *Annales de la Brasserie*, t. I, 1898, p. 73.

scherlich [1], pendant 4 heures à la température de 40°; la levure ne contenait alors pour ainsi dire pas de globules se colorant par l'iode. Une certaine quantité de cette levure était soigneusement délayée dans de l'eau distillée et l'on ensemençait avec la suspension obtenue 20^{cm^3} du liquide à étudier placé dans un tube à essai. Dans chaque expérience, on préparait deux tubes témoins, en ensemençant avec le même volume de la levure en suspension, d'une part, 20^{cm^3} d'eau distillée, et, d'autre part, 20^{cm^3} d'une solution de saccharose à 1 pour 100. On abandonnait les tubes à l'étuve à 35°. Au bout de 4, 6, 8 et 24 heures, on prélevait une goutte de la culture, après avoir soigneusement agité, on traitait par la solution d'iode et l'on examinait au microscope.

On a étudié d'après ce procédé une solution à 1 pour 100 d'acétate de glucosamine, obtenue par double décomposition du chlorhydrate avec de l'acétate d'argent, et une solution, également à 1 pour 100, d'acétate d'isoglucosamine, préparée d'après E. Fischer [2], par réduction de la phénylglucosazone.

Dans les solutions de saccharose, la fermentation alcoolique, accompagnée d'abondant dégagement de gaz, ne tardait pas à se développer. Au bout de 4 heures, les cultures donnaient une intense coloration avec l'iode, disparaissant par le chauffage, réapparaissant à froid. En comptant les globules colorés au moyen du compte-globules de Malassez, on a pu constater qu'ils étaient au nombre d'environ 95 pour 100. Dans la suite de l'expérience, le nombre des globules colorés décroît lentement.

Au contraire, dans les cultures où la matière sucrée était l'acétate de glucosamine ou d'isoglucosamine, nulle trace de dégagement gazeux n'a pu être observée. L'aspect microscopique de ces cultures pendant toute la durée de l'expérience ne différait en rien de l'aspect des cultures dans l'eau distillée : elles ne contenaient pas de cellules donnant la coloration avec l'iode.

Il semble donc démontré par ces expériences que la glucosamine est incapable d'être transformée en glycogène par les cellules de levure. Ce fait, qui est en parfait accord avec les observations relatives au rôle glycogénique de la glucosamine dans l'organisme animal, complète nos connaissances sur les propriétés physiologiques de ce corps. On ne saurait garder une réserve trop grande sur la valeur présumée nutritive de la fraction hydrocarbonée des matières albuminoïdes, du moins lorsque cette fraction est la glucosamine.

---

(1) *Zeitschr. f. physiolog. Chemie*, t. XLII, 1904, p. 554.
(2) *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XIX, 1886, p. 1920.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *De l'influence du sexe et de la castration sur la quantité des lipoïdes de la bile chez les Bovidés.* Note (¹) de MM. **A. Daniel-Brunet** et **C. Rolland**, présentée par M. A. Dastre.

Certains thérapeutes ayant préconisé l'emploi d'extraits hépatiques « d'animaux entiers » préférablement à ceux des animaux châtrés, nous avons voulu savoir si la condition sexuelle avait une influence saisissable, sinon sur la composition du foie, au moins sur celle de la bile.

Il nous a paru intéressant de contrôler cette supposition par des essais chimiques.

Nous avons fait, au courant de l'année 1910 et jusqu'à ce jour, 49 expériences, qui nous permettent d'affirmer la constance des résultats étant donnés nos modes opératoires.

Le contenu de la vésicule biliaire est différent suivant les cas.

D'un beau vert chez le taureau, la bile est limpide, riche en pseudomucine et dégage une odeur légèrement musquée; verdâtre opaque, moins riche en mucine chez le bœuf, elle est rougeâtre chez la vache.

Le dosage des matières minérales, chlorures, phosphates, matières azotées, fer, etc., n'offre pas de différences, en rapport avec la condition de l'animal.

Ce qui a retenu notre attention, c'est, suivant les trois cas étudiés, la quantité des lipoïdes.

Sur 18 vésicules de taureau, de 455^{cm^3} à 630^{cm^3}, d'une densité de 1027 à $+17°$, nous avons obtenu une quantité de lipoïdes, allant de 1,750 à 2,130 pour 1000.

Sur 17 vésicules de vache, de 395^{cm^3} à 560^{cm^3}, d'une densité de 1024 à $+17°$, nous avons obtenu une quantité de lipsoïdes allant de 1,250 à 1,850 pour 1000.

Sur 14 vésicules de bœuf, de 450^{cm^3} à 610^{cm^3}, d'une densité de 1025 à $+17°$, nous avons obtenu une quantité de lipoïdes, allant de 1,100 à 1,450 pour 1000.

Le Tableau suivant réunit nos chiffres :

	Taureau.	Vache.	Bœuf.
Lipoïdes	1,750 à 2,130	1,250 à 1,850	1,100 à 1,450

(¹) Présentée dans la séance du 12 juin 1911.

soit

	Taureau.	Vache.	Bœuf.
Cholestérines	0,668 à 0,813	0,471 à 0,698	0,410 à 0,540
Lécithines + savons neutres	1,082 à 1,317	0,779 à 1,152	0,690 à 0,910

Nous n'avons obtenu aucun résultat intéressant par le dosage du glycogène; pour le taureau, la vache, aussi bien que pour le bœuf, la différence ne nous a pas paru de nature à devoir être signalée.

Nous concluons donc en disant que ni le sexe ni la castration n'influent sur les proportions de glycogène et des substances minérales de la vésicule, mais qu'elles influent sur la quantité des lipoïdes biliaires.

GÉOLOGIE. — *Sur un exemple de décalcification pluviaire réalisée au cours de l'époque tertiaire inférieure.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

J'ai eu l'honneur, il y a une douzaine d'années, de signaler à l'Académie le rôle considérable pris par la sédimentation souterraine dans la constitution du sol d'une partie du département de l'Orne [1]. Il s'agit de la région de Prépotin, près Mortagne, qui, étant formée au moment où elle est devenue continentale, d'assises superposées de craie turonienne et de craie sénonienne, a subi du fait de la pluie une décalcification complète. Les zones de craie blanche, épaisses et fossilifères, se sont réduites à des assises minces et azoïques d'argile à silex et celles de craie turonienne ont donné des lits de sable, dont l'âge ne peut être méconnu à cause de fragments de tests de divers fossiles caractéristiques qui s'étaient silicifiés et qui ont été capables, dès lors, de résister aux entreprises dissolvantes de l'eau carboniquée d'infiltration.

L'étude de cette intéressante structure a permis de préciser la caractéristique du faciès continental, le seul dans lequel la pluie puisse intervenir comme agent modificateur des roches calcarifères. Ce faciès se retrouve en maintes localités et je signalerai en passant comme spécialement intéressants les environs de Breteuil (Oise), où de larges exploitations de craie phosphatée offrent de grands escarpements fort instructifs.

La netteté des caractères offerts par ces localités, relativement à la décalcification souterraine, faisait vivement désirer la rencontre de points où aurait subsisté le

(1) *Comptes rendus*, t. 127, 1898, p. 1041.

témoignage de la condition continentale, pendant des époques géologiques plus ou moins anciennes.

C'est à ce titre que je crois intéressant de résumer l'opinion qui m'a été inspirée par l'observation récente d'une coupe qui me paraît indiquer, *pour les débuts de l'époque tertiaire*, l'exposition à la décalcification atmosphérique de couches crayeuses dont les résidus, soumis depuis lors à un affaissement général, ont été recouverts, en stratification concordante, par des assises lutétiennes.

Cette coupe, située à Thionville-sur-Obton (Seine-et-Oise), a d'abord été signalée par M. G. Dollfus (1) et bien plus récemment par M. Giraux (2). Elle présente tout d'abord à la vue une couche de 1^m à 2^m de gros silex de la craie non roulés pour la plupart et contenant cependant quelques galets et qui sont associés à de nombreux noyaux siliceux d'*Ananchytes gibba*, parfaitement déterminables. Ce lit est certainement un produit de décalcification de la craie sénonienne. Il repose sur une assise d'épaisseur inconnue d'un sable fin et micacé sans fossiles et ressemblant exactement au résidu qu'on obtient par la dissolution dans l'acide chlorhydrique de certains spécimens de craie turonienne; se rapprochant beaucoup aussi, sauf pour la couleur qui est verdâtre et non légèrement jaunâtre, des sables de Prépotin. On doit en conséquence le regarder comme un produit de décalcification de la craie jaune. Il y a donc jusqu'ici la plus grande conformité entre la coupe de Thionville et celle des environs de Mortagne; mais la première se distingue de l'autre de la manière la plus intéressante, par la série des couches de calcaire grossier, riches en fossiles, qui sont venues s'étaler sur les silex sénoniens.

Dès lors l'histoire de Thionville nous apparaît clairement et elle vient ajouter un chapitre nouveau à l'étude du facies continental. A l'époque turonienne le pays était sous-marin et la craie jaune s'y est accumulée en couches d'une épaisseur notable. La condition marine s'est continuée pendant les temps sénoniens et peut-être pendant les débuts du tertiaire (époques thanétienne, sparnacienne et autres).

La craie ainsi devenue souterraine a été en proie aux travaux de l'eau profonde; les silex s'y sont concrétionnés et les fossiles (*Ananchytes*) s'y

(1) *Revision de la feuille de Chartres* (*Bulletin du Service de la Carte géologique de France*, Paris, mars 1902).

(2) *Excursion géologique à Houdan, Maulette et Thionville-sur-Obton;* in-8°; Le Mans, 1911.

sont silicifiés. A un certain moment le pays s'est soulevé; la mer a été détournée dans un autre bassin; un continent s'est affirmé et sa surface a été soumise à l'érosion. Les couches tertiaires qui en composaient la surface ont été désagrégées, dissoutes et délayées peu à peu, au cours de longues séries de siècles, et le décapage s'est poursuivi jusqu'à ce que la surface du sol ait été représentée par la craie, dépouillée enfin de son revêtement éocène. La pluie, continuant son œuvre, a dissous la craie et dégagé les silex qui ont commencé à faire un lit à la surface des masses calcaires et, le phénomène persistant, toute la craie a été remplacée par un niveau relativement mince de ces rognons. A Breteuil, la coupe visible aujourd'hui paraît indiquer que la disparition d'une assise crayeuse de 10^{m} de puissance a laissé un horizon de silex de $1^{m},50$ d'épaisseur.

Quand toute la craie sénonienne de Thionville a été décalcifiée, la pluie, passant au travers des silex sans perdre son acide carbonique, s'est attaquée à la craie turonienne sous-jacente, et elle a isolé ainsi, à partir de la surface supérieure de celle-ci, le sable micacé dont elle était chargée. Celui-ci a donc formé un lit qui s'est épaissi peu à peu au-dessous de son revêtement caillouteux soumis à de lents affaissements au fur et à mesure de la dissolution de son carbonate de chaux. Jusqu'à quelle profondeur la substitution du sable à la craie s'est-elle continuée? Nous ne saurions le dire, tant qu'un sondage n'aura pas fait connaître la nature du sous-sol; mais un jour est venu où le pays a été le théâtre d'un affaissement progressif, analogue à celui qui s'opère sous nos yeux à l'heure actuelle dans toute la France septentrionale. La mer est donc revenue sur des points d'où elle avait été momentanément chassée et elle a recouvert le dépôt des silex des assises successives du calcaire grossier. Ses eaux nourrissaient une faune nombreuse et nous recueillons maintenant les tests d'une série de Mollusques tels que *Cardium hippopeum*, *Arca cucullaris*, *Crassatella tumida*, *Spondylus rarispina*, *Fusus Noë*, *Turritella imbricataria*, etc.

Voilà la succession des phénomènes que nous révèle la curieuse coupe de Thionville, qui d'ailleurs n'est accessible à nos regards qu'en conséquence du nouveau soulèvement que le pays a éprouvé et qui l'a remis dans la condition continentale à un moment géologique indéterminé, peut-être pliocène, si l'on s'en rapporte aux graviers à *Elephas primigenius* de Saint-Priest, près de Chartres. Voilà, par conséquent, la disposition qui nous révèle dans le temps la reproduction de conditions identiques entre elles, séparées par des états opposés. Voilà enfin la preuve que le grand Constant Prévôt avait,

dans un Mémoire célèbre ([1]), laissé échapper, sans l'apercevoir, le mécanisme d'un des plus grands phénomènes de l'économie superficielle de la Terre.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur la présence du genre* Atriplex *dans la flore tertiaire de Menat* (*Puy-de-Dôme*). Note de M. **Louis Laurent**, présentée par M. R. Zeiller.

Le fruit qui fait l'objet de cette étude, et qui vient du gisement tertiaire de Menat (Puy-de-Dôme), a donné lieu aux interprétations les plus diverses.

Heer en 1859 (*Flora tertiaria Helvetiæ*, p. 313) le décrivit sous le nom d'*Anchietea borealis*. Saporta et Marion, dans le deuxième Volume de l'*Évolution du règne végétal* (*Phanérogames*), 1885 (p. 201), en firent un *Corylus*, *C. Lamottii* Sap., intermédiaire entre les Charmes et les Noisetiers. Ces interprétations ne sont point complètement satisfaisantes. En examinant attentivement les échantillons du gisement de Menat, on remarque aisément que la graine centrale est comprise entre deux ailes, dont les incisures ne se correspondent pas exactement.

Ce fait élimine le genre proposé par Heer. Chez *Anchietea*, en effet, la graine se trouve placée au centre d'une aile unique; celle-ci est simplement ondulée et non fortement dentée; qui plus est, la nervation, totalement différente, est formée par de très fines nervures rayonnantes chez *Anchietea;* elle est très accentuée au contraire sur le fossile de Menat, dont chaque dent reçoit une nervure principale. Des nervures assez irrégulières, tout en possédant une allure générale concentrique, complètent le réseau.

Saporta et Marion avaient parfaitement observé le fait de la présence d'un double involucre entourant le fruit, ce qui leur avait fait écarter l'hypothèse d'un *Carpinus*. Ils n'avaient retenu en faveur de l'attribution à ce genre que la présence d'un pédoncule assez prononcé chez le fossile. Le double involucre le rapprochait du genre *Corylus*. Comme le fruit fossile, tout en ressemblant aux organes fructificateurs de l'un et de l'autre genre, n'apportait avec lui aucune preuve décisive, ces auteurs avaient émis l'hypothèse d'un terme de passage possible entre les deux genres, mais en faveur de ce passage ils invoquaient des modifications reposant sur une hypothèse toute gratuite. « Le pédoncule se serait amoindri chez les Corylacées, à mesure que la noisette prenait de l'extension et que l'involucre lui-même accentuait, en les diversifiant, ses incisures marginales. Ces incisures, dans l'organe *supposé* primitif, ne consistent que dans de simples dentelures. »

([1]) *Comptes rendus*, séances des 18 juin et 2 juillet 1857.

Plus tard, en 1888, Saporta reconnaît que ce *Corylus* possédait des fruits s'éloignant de ceux des Noisetiers actuels.

En examinant le fossile on reconnaît que la graine occupe une position tout à fait différente de celle de la noisette dans sa cupule. La graine (4^{mm},5 de long, 2^{mm},5 de large) dans le fruit de Menat est *au milieu* des deux ailes qui l'enserrent; elle s'attache au sommet d'un faisceau de nervures qui constitue le pédoncule du fruit et se divise ensuite pour se rendre dans les ailes (9^{mm} de haut, 11^{mm} de large). Ce fait est suffisant pour faire rejeter l'attribution proposée avec quelques restrictions par Saporta.

La véritable place de ces organes restait donc encore à trouver. La présence d'un involucre double excluait les types possédant des samares. Le point d'attache de la graine et sa position par rapport aux ailes montraient que celles-ci devaient appartenir au calice devenu scarieux et accrescent.

Les types qui remplissent ces conditions ne sont pas nombreux. La famille des POLYGONÉES se présente d'abord à l'esprit, mais les pièces du calice qui enveloppent le fruit sont ordinairement au nombre de trois, et de plus ces organes annexes présentent un épaississement de la nervure médiane qui, contrairement à ce qu'on observe sur le fossile, ne possèdent aucune trace de nervation à sa surface.

La famille des CHÉNOPODIACÉES, et parmi elle le genre *Atriplex*, possède des types dont les organes fructificateurs sont en tous points semblables aux organes fossiles. Le fruit chez les *Atriplex* est un akène entouré par le calice accrescent formant deux ailes plus ou ou moins déchiquetées. L'akène est porté par un coussinet, constitué par la réunion des faisceaux libéroligneux. Ces faisceaux s'épanouissent dans les ailes pour former le réseau veineux. L'akène occupe donc le centre de l'organe, et tous ces détails sont particulièrement visibles chez *A. hortensis* actuel. Certains, en outre, *Atriplex rosea* L., *A. calotheca* Fries, *A. laciniata* L., présentent des ailes en tout semblables à celles du fossile en ce qui concerne la marge et la nervation.

La seule différence qu'on puisse noter est la dimension, un tout petit peu plus réduite *en général* chez les espèces vivantes, mais cette différence est d'ailleurs si minime, qu'on peut aisément trouver des fruits actuels atteignant les mêmes dimensions.

On a donc affaire là, à n'en pas douter, à un fruit du genre *Atriplex*, qui n'avait pas encore, à notre connaissance, été observé à l'état fossile.

L'appellation spécifique imposée à ce fruit par Heer ayant la priorité, il

doit prendre le nom d'*Atriplex borealis* (Heer) Laurent (*Anchietea borealis* Heer; *Corylus Lamottii* Saporta).

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 10 juillet 1911.)

Note de MM. *J. Wolff* et *E. de Stœcklin*, Sur la spécificité de diverses combinaisons du fer au point de vue de leurs propriétés peroxydasiques :

Page 139, Tableau I, *au lieu de* $0^{cm^3},05$, *lire* $0^{cm^3},5$ (H^2O^2 à 10^{vol}).

Page 140, Tableau III, *au lieu de* nitrate de fer en milligrammes, *lire* nitrate de fer calculé en milligrammes de fer.

Note de M. et M[me] *Lapicque*, Durée utile des décharges de condensateurs; expériences sur l'escargot :

Page 125, ligne 26, *au lieu de* $\frac{1}{100}$ de seconde, *lire* $\frac{1}{1000}$ de seconde.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUILLET 1911.

PRÉSIDENCE DE M. TROOST.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur les mouvements des protubérances solaires*. Note de M. **H. Deslandres**.

Dans une série de Notes antérieures (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1281, 1453 et 1541, et t. 153, 1911, p. 10), j'ai indiqué une explication simple des phénomènes singuliers offerts par les protubérances et la couche supérieure de l'atmosphère solaire. Cette couche supérieure, ainsi d'ailleurs que les autres couches de l'astre, est certainement ionisée, et est aussi certainement soumise à un champ magnétique. Or ce champ agit sur les ions solaires qui se meuvent, et, en particulier, sur ceux qui s'élèvent ou s'abaissent; il explique aisément toutes les particularités de la vitesse de rotation constatées déjà dans les protubérances et la couche supérieure. Il explique aussi d'autres phénomènes, et même avec une intensité du champ qui est relativement très faible.

Je présente aujourd'hui quelques conséquences inédites de cette théorie, qui conduisent à des recherches et à des vérifications nouvelles.

L'analyse spectrale a révélé dans les protubérances hautes trois gaz principaux qui sont l'hydrogène, l'hélium et le calcium. Or les ions considérés dans la théorie peuvent être les atomes mêmes de ces gaz, portant la charge élémentaire d'électricité, et comme ils ont des masses différentes, les accélérations dues au champ magnétique sont aussi différentes et même en raison inverse des poids atomiques. Si donc on pouvait dégager et mesurer

la partie de la vitesse qui provient de cette cause, on aurait une mesure des poids atomiques [1].

Le résultat serait intéressant surtout pour le calcium qui offre l'anomalie suivante : les radiations solaires H et K lui sont attribuées, étant émises dans le laboratoire par tous les composés du calcium ; mais elles sont plus hautes dans l'atmosphère solaire que celles dues aux deux autres gaz, l'hélium et l'hydrogène, beaucoup plus légers. Les poids atomiques des trois corps sont, en effet, 39, 4 et 1. Pour expliquer cette anomalie, Norman Lockyer a admis depuis longtemps que le calcium était dissocié dans le Soleil, et que les radiations caractéristiques H et K étaient émises par un composant plus léger. Dans l'ordre d'idées où nous sommes, les protubérances peuvent offrir un moyen d'éclaircir cette question encore obscure.

Je suis ainsi conduit à mesurer et à comparer avec soin les vitesses des divers gaz dans les protubérances ; dans ce but j'ai organisé à Meudon avec l'aide de d'Azambuja et Burson un spectrographe spécial, capable d'enregistrer simultanément deux raies protubérantielles différentes. L'image solaire est projetée sur la fente collimatrice par des miroirs plans et concaves, de manière à être au point en même temps pour toutes les radiations. Le collimateur est aussi à miroir concave, et l'appareil dispersif, qui est un réseau, donne plusieurs spectres qui sont reçus par deux chambres distinctes, susceptibles d'enregistrer, d'une part, la raie K_3 du calcium ou la raie D_3 de l'hélium, et, d'autre part, la raie H_α de l'hydrogène. Les poses, avec des plaques appropriées, sont les mêmes pour les deux chambres, et l'on a ainsi, au même moment, deux raies différentes d'un même point de la protubérance, raies qui sont juxtaposées au spectre terrestre du fer.

Cet appareil spécial est employé en même temps que les grands spectrohéliographes de l'Observatoire, transformés en spectro-enregistreurs de vitesse, lesquels donnent plus rapidement et plus complètement les vitesses radiales, mais avec une seule radiation. La recherche semble en effet exiger des épreuves et des mesures nombreuses ; car le problème posé, très simple d'après l'exposé théorique précédent, apparaît plus complexe dans la réalité.

Pour éclairer sa route dans ce terrain nouveau, on peut se reporter aux

---

[1] On a signalé déjà dans les taches et aussi les protubérances des raies voisines, dues à des gaz différents ou à un même gaz, et qui ont des déplacements différents. On a expliqué le phénomène par la présence de plusieurs vapeurs vues en projection au même point, mais en réalité distinctes. Le phénomène peut tenir à la cause plus générale invoquée dans cette Note, c'est-à-dire aux différences entre les masses et les charges des atomes ou des ions.

recherches récentes de J.-J. Thomson sur les rayons d'électricité positive, et de Richardson sur les ions émis par les corps incandescents [1]. J.-J. Thomson étudie les particules électrisées déviées simultanément par un champ électrique et un champ magnétique, et de telle manière que l'effet dû à chaque champ soit aisément mesurable. Il obtient le rapport $\frac{e}{m}$ de la charge électrique à la masse et trouve qu'il correspond suivant les cas soit à l'atome du corps simple portant la charge élémentaire, soit à un multiple de cet atome, soit encore à un multiple de la charge élémentaire. On peut s'attendre à trouver les mêmes différences dans le Soleil.

Dans le laboratoire, le phénomène est d'autant plus net que le récipient où se fait l'expérience dans le vide a des dimensions plus grandes. Cette condition favorable est évidemment réalisée avec l'atmosphère solaire. Par contre, il est beaucoup plus difficile de séparer les effets dus au champ magnétique et au champ électrique; et l'observation donne non la vitesse elle-même, mais la vitesse radiale, de laquelle on devra retrancher la vitesse moyenne de rotation de la couche, pour avoir l'effet dû aux causes considérées. De plus, les ions solaires d'origine différente peuvent être plus rapprochés que dans le laboratoire, se gêner et s'entraîner mutuellement, ce qui diminue les différences de vitesse à rechercher.

Enfin, dans le laboratoire, les particules électrisées, qui sortent d'un petit trou, forment un faisceau mince, bien limité qui, sur une partie déterminée de la trajectoire, est soumis à des forces électriques et magnétiques connues. Dans le Soleil, les ions émanent d'une surface extrêmement étendue, vue seulement par la tranche, avec des vitesses d'ascension en général différentes, et sont déviés par des forces probablement variables. Les difficultés de la recherche sont beaucoup plus grandes.

Dans ces conditions, les mesures sur une même protubérance ne peuvent déceler qu'un effet moyen, un effet d'ensemble. Cette remarque s'applique aux autres phénomènes, décrits dans les Notes précédentes, et expliqués par la théorie. Prenons par exemple le phénomène suivant, déjà examiné, et rapporté à une cause électromagnétique : Souvent, dans les belles protubérances, la mesure des vitesses radiales implique à leur base une vitesse de rotation supérieure à la normale, et à une certaine hauteur une vitesse au contraire inférieure. La protubérance émane d'un filament; or, si l'on se

(1) Voir Thomson, *Philosophical Magazine*, t. XX, 1910, p. 753, et t. XXI, 1911, p. 255, et aussi Richardson et Hulbert, *Philosophical Magazine*, t. XX, 1910, p. 545, et Richardson, *Physical Review*, t. XXXI, p. 608.

reporte à la planche 48 du Tome IV de l'Observatoire, qui donne les vitesses verticales d'ascension du gaz le long d'un beau filament observé au centre, on constate que la vitesse y est ascendante, mais variable d'un point à l'autre. Les ions s'élèvent donc, en décrivant des hélices différentes, qui, certes, doivent s'enchevêtrer; mais, de toute façon, on a une région basse, où, d'une manière générale, les vitesses radiales sont plus grandes, et une région plus haute où les vitesses sont plus faibles, la ligne de démarcation entre les deux régions, plus ou moins nette, n'étant pas nécessairement parallèle à la surface. L'effet observé, qui est un effet d'ensemble, est bien expliqué par le champ magnétique supposé.

Cependant, il faudrait, pour la vérification complète de la théorie, pouvoir isoler un des filets hélicoïdaux de la protubérance, et reconnaître sur ce filet spécial les variations exactes de vitesse radiale imposées par le champ magnétique; or cela est impossible dans la très grande majorité des cas. Seule l'observation continue du phénomène permettra peut-être de rencontrer, et pendant un temps très court, les circonstances favorables qui sont nécessaires. Ainsi, le 11 juillet dernier, nous avons photographié plusieurs fois à Meudon, avec le petit spectrohéliographe à un prisme, une protubérance de l'Ouest, voisine de l'équateur (latitude 25° N) qui attirait l'attention par ses changements de forme. Or, vers 3^h de l'après-midi, elle a présenté la forme d'une hélice à plusieurs spires, dont l'axe était à peu près dirigé du Sud au Nord; mais l'insuffisance du personnel n'a pas permis de faire au même moment les vérifications de vitesse radiale avec d'autres appareils.

Les spires de l'hélice étaient différentes, ce qui, dans l'ordre d'idées où nous sommes, annonce des variations de la vitesse des ions ou du champ magnétique (¹). Dans le premier exposé de la théorie, le champ magnétique a été supposé constant; mais, ainsi que je l'écrivais en janvier 1910 (*Comptes rendus*, t. 150, p. 72), chaque ion solaire subit le champ électrostatique et électromagnétique de tous les autres; et, surtout dans une protubérance aux mouvements variables, il faut s'attendre à des fluctuations notables des champs magnétiques et électriques.

(¹) L'hélice a été obtenue avec la raie K du calcium; mais, si l'on avait employé une autre raie protubérantielle, on pouvait avoir, d'après la théorie actuellement examinée, une hélice différente. La vérification exige qu'on ait deux spectrohéliographes qui, au même moment, photographient une même protubérance avec des radiations différentes; elle n'est pas facile à réaliser.

En résumé, la Note actuelle n'apporte pas de fait bien nouveau; elle expose seulement un programme de recherches nouvelles sur les protubérances. Suivant la formule posée en 1893 ([1]), il faut enregistrer d'une manière aussi continue que possible tous les éléments variables du Soleil : et un élément qui s'annonce comme intéressant est le mouvement radial des couches supérieures. Jusqu'à présent, la mesure systématique des mouvements radiaux a été appliquée seulement aux couches basses de l'atmosphère et à leur vitesse de rotation, après le beau travail de Duner sur la question. On sait que Halm a annoncé une variation de cette vitesse avec la période solaire, mais la variation de cette couche n'a pas été confirmée au Mont Wilson. Or tous les faits relatifs à la couche supérieure, et la théorie qui les explique, conduisent à admettre comme très probable une variation de la vitesse de cette couche avec la période undécennale, et c'est à elle qu'il convient surtout de s'attacher.

Une étude complète de la couche supérieure devra comprendre plusieurs mesures simultanées de vitesse radiale, poursuivies pendant plusieurs années, mesures qui porteront : 1° sur la vitesse de rotation par la méthode de Duner; 2° sur les vitesses radiales des protubérances au bord solaire; 3° sur les vitesses verticales d'ascension dans les filaments et alignements au centre du Soleil; et 4° sur la descente générale des vapeurs K_3, attribuée précédemment aux électrons négatifs et aux ions positifs qui tombent sur le Soleil. Ce dernier élément, qui est important, sera fourni simplement par le déplacement de la raie K_3 dans la lumière générale du Soleil, déplacement que j'ai déjà signalé en 1892 comme utile à relever ([2]). Les quatre éléments sont en effet reliés les uns aux autres, et leur étude simultanée peut mettre sur la voie du mécanisme qui produit la variation undécennale.

D'autre part, l'Observatoire de Meudon, dont le personnel est déjà insuffisant pour les recherches commencées, et qui n'a pas de bureau de mesures, ne peut entreprendre cette étude, si intéressante qu'elle soit. Elle est signalée aux observatoires qui disposent de moyens plus puissants.

([1]) *Sur l'enregistrement des éléments variables du Soleil* (*Comptes rendus*, t. 117, 1893, p. 716).

([2]) *Comptes rendus*, t. 115, 1892, p. 222; t. 116, 1893, p. 238; t. 119, 1894, p. 459, et t. 151, 1910, p. 416.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénazoxonium) sur les trypanosomes.* Note de MM. **A. Laveran** et **Roudsky**.

En 1910 Werbitzki, à la suite de recherches faites dans le laboratoire du professeur Ehrlich, a annoncé qu'en traitant les animaux naganés par différents produits du groupe diphénylamine, en particulier par l'oxazine, on pouvait obtenir des trypanosomes présentant une modification morphologique importante (¹). Les blépharoblastes ou centrosomes disparaissent chez un nombre plus ou moins grand de trypanosomes et, en soumettant plusieurs générations de trypanosomes à l'action de l'oxazine, on obtient un virus dans lequel l'absence des centrosomes est générale.

Les trypanosomes ainsi modifiés conservent leur mobilité et la faculté de se multiplier; chose curieuse, l'absence des centrosomes est héréditaire; on l'observe chez les animaux inoculés en série, sur ceux qui ont été traités par l'oxazine, et, dans certains cas, la modification des trypanosomes paraît définitive.

M. Fourneau, chef de service à l'Institut Pasteur, a bien voulu préparer pour nous de l'oxazine, nous lui adressons nos très sincères remercîments; c'est grâce à sa grande obligeance que nous avons pu étudier ce très intéressant produit dont la préparation est difficile.

En mélangeant des solutions alcooliques de chlorure de picryle et d'orthoaminophénol, en présence de deux molécules de soude diluées avec de l'alcool, on obtient une poudre rouge-brun constituée par la dinitrophénoxazine. La dinitrophénoxazine mise en suspension dans l'acide acétique et traitée par l'acide nitrique fumant se transforme en trinitrophénoxazine.

La trinitrophénoxazine réduite par l'étain et l'acide chlorhydrique donne le chlorhydrate de triaminophénoxazine incolore qui, traité par le perchlorure de fer, donne le chlorure de triaminophénazoxonium ou oxazine (²).

Nous avons employé l'oxazine en solution à 1 pour 1000 dans l'eau distillée; toutes nos expériences ont été faites sur des souris.

(¹) F.-W. Werbitzki, *Ueber blepharoblastlose Trypanosomen* (*Centralbl. f. Bakter.*, I, Orig. t. LIII, 1910, p. 303).

(²) Kehrmann et Laager, *Ueber nitroderivate des phenoxazines* (*Berichte der deutschen ch. Gesellschaft*, 1903, p. 475). Ces renseignements sur la préparation de l'oxazine nous ont été donnés par M. Fourneau.

1° *Toxicité de l'oxazine pour les souris.* — Des souris de plus de 20g supportent en général la dose de un quart de milligramme d'oxazine, mais c'est là une dose limite mortelle pour les souris au-dessous de ce poids.

Chose curieuse, les souris normales que nous avons inoculées en même temps que des souris trypanosomiées, sont toujours mortes avant ces dernières; nous avions soin, bien entendu, de choisir des souris de même poids et de leur inoculer les mêmes quantités d'oxazine; peut-être les trypanosomes agissent-ils favorablement en fixant une certaine quantité de l'oxazine injectée; on verra plus loin que l'élection de ce produit pour les centrosomes est évidente.

Des souris inoculées avec le nagana Werbitzki (trypanosomes sans centrosomes) sont mortes en même temps que les souris normales, ce qui paraît confirmer cette hypothèse.

L'injection intramusculaire de la solution d'oxazine est douloureuse et provoque une tuméfaction qui se termine rapidement par résolution. Chez les souris qui meurent dans les 24 heures qui suivent l'inoculation faite dans une des cuisses, on constate, au voisinage du point d'inoculation, de l'œdème et une teinte violacée des tissus qui s'observe aussi au niveau des reins. L'élimination est rapide, les urines deviennent violacées peu de temps après l'injection; au bout de 24 heures ou de 36 heures elles reprennent leur aspect normal.

La température des souris intoxiquées par l'oxazine s'abaisse rapidement; en prenant les souris dans la main, il est facile de constater le refroidissement et de porter un pronostic; le thermomètre placé dans le rectum marque 32° à 30°; il s'abaisse parfois à 28° et 26°.

2° *Action* in vitro *de l'oxazine sur les trypanosomes.* — Lorsqu'on mélange du sang riche en trypanosomes à un peu d'eau physiologique citratée et qu'on ajoute une ou deux gouttes de la solution d'oxazine, on constate, au bout d'un laps de temps variable avec la proportion d'oxazine ajoutée, que les centrosomes des parasites vivants, très mobiles, se colorent en rose ou en violet et se colorent seuls; les mouvements des trypanosomes se ralentissent bientôt, puis disparaissent et, dès lors, les trypanosomes se colorent en presque totalité. Il existe donc une affinité bien nette de l'oxazine pour les centrosomes, affinité que l'on peut constater non seulement *in vitro*, mais aussi *in vivo*, chez les animaux trypanosomiés auxquels on injecte de l'oxazine; quelques heures après l'injection, on trouve

dans le sang de ces animaux des trypanosomes dont les centrosomes sont colorés.

Les trypanosomes qui ont subi *in vitro* l'action de l'oxazine sont tués plus ou moins rapidement; ils perdent leur virulence alors même qu'ils possèdent encore des mouvements assez vifs; les inoculations faites avec ces trypanosomes échouent ou bien les infections subissent des retards plus ou moins grands.

3° *Action* in vivo *de l'oxazine sur la morphologie de différents trypanosomes.* — Chez les souris infectées par *Tr. Brucei* et traitées par l'oxazine, on constate que les centrosomes des trypanosomes diminuent de volume, puis disparaissent; cette modification morphologique n'est pas spéciale à *Tr. Brucei;* nous l'avons observée, à des degrés variables, chez tous les trypanosomes que nous avons mis en expérience.

Infections par *Tr. Brucei.* Après une seule dose d'oxazine, les centrosomes ont disparu chez 66 pour 100 des trypanosomes. Chez une souris inoculée par nous, sur une souris déjà traitée, et ayant reçu elle-même une dose d'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes s'est élevé à 95 pour 100. Chez les souris de passage, avant traitement par l'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes n'est encore que de 30 à 40 pour 100.

Infections par *Tr. Evansi.* Une souris, après une dose d'oxazine, a 26 pour 100 de trypanosomes sans centrosomes; une autre souris, après 3 doses, en a 76 pour 100. — Deux souris, après trois ou quatre passages par souris traitées et une dose d'oxazine, ont 85 à 96 pour 100 de trypanosomes sans centrosomes. — Deux souris, après cinq passages par souris traitées, et n'ayant pas reçu elles-mêmes d'oxazine ont, l'une 66 pour 100 de trypanosomes sans centrosomes, l'autre 80 pour 100.

Infections par *Tr. soudanense.* Chez une souris, après une dose d'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes a été de 11 pour 100; après 4 doses, il s'est élevé de 40 à 60 pour 100. Chez une souris de quatrième passage, avant traitement par l'oxazine nous avons compté 50 pour 100 de trypanosomes sans centrosomes.

Infections par *Tr. gambiense.* Chez une souris, après deux doses d'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes est de 74 pour 100.

Infections par *Tr. dimorphon.* Chez une souris ayant reçu deux doses d'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes est de 32 pour 100.

Infections par *Tr. pecorum.* Chez une souris ayant reçu une dose d'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes est de 16 pour 100; après quatre doses, il s'élève à 40 pour 100.

Infections par *Tr. congolense.* Chez une souris, après deux doses d'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosomes est de 59 pour 100, après quoi les trypanosomes disparaissent. Chez une autre souris, le traitement par l'oxazine a également pour effet de faire disparaître les trypanosomes.

Infections par *Tr. Lewisi* (virus renforcé). L'oxazine s'est montrée beaucoup moins active dans ces infections que dans les précédentes. Chez une souris ayant reçu deux doses d'oxazine la proportion des trypanosomes sans centrosomes était seulement de 7 pour 100.

En dehors de l'action exercée sur les centrosomes, l'oxazine nous a paru produire quelques modifications morphologiques de *Tr. Brucei*. Chez les souris infectées par ce trypanosome et soumises à l'action de l'oxazine, nous avons trouvé des formes géantes mesurant de 26^{μ} à 37^{μ} de long sur 4^{μ} à 7^{μ} de large, alors que les dimensions normales dépassent rarement 26^{μ} de long sur 3^{μ} de large. Chez les souris infectées par *Tr. Evansi* et par *Tr. soudanense* et traitées par l'oxazine nous avons noté aussi quelques formes géantes.

4° *Action de l'oxazine sur la virulence des trypanosomes. Action thérapeutique.* — L'un de nous a fait remarquer déjà que le *Tr. Brucei* sans blépharoblastes de Werbitzki était moins virulent pour le cobaye et pour le chien que le *Tr. Brucei* souche (¹). Nous avons constaté de même une diminution de la virulence d'autres trypanosomes ayant subi l'action de l'oxazine.

Les virus recueillis chez des animaux trypanosomiés, traités par l'oxazine, produisent souvent des infections à marche anormale, traînante, avec période d'incubation allongée, quelquefois même l'inoculation de ces virus reste sans effet. Nous avons déjà parlé des modifications de virulence des trypanosomes produites par l'oxazine agissant *in vitro*.

Chez les souris traitées par l'oxazine, il n'est pas rare de voir les trypanosomes disparaître, surtout si l'on donne deux ou trois doses d'oxazine alors que les parasites sont encore peu nombreux. Le plus souvent cette disparition n'est que temporaire, mais elle peut être définitive; plusieurs de nos souris infectées par *Tr. gambiense* ou par *Tr. congolense* et traitées par l'oxazine paraissent guéries; l'oxazine a donc des propriétés thérapeutiques, assez faibles à la vérité.

Nous croyons pouvoir tirer de nos recherches les conclusions suivantes :

1° L'affinité de l'oxazine pour la substance qui constitue les centrosomes des trypanosomes est très marquée *in vitro* et *in vivo*.

2° Comme Werbitzki l'a annoncé, l'oxazine fait disparaître les centrosomes des *Tr. Brucei* et cette curieuse modification morphologique peut être transmise par hérédité. L'oxazine exerce la même action à des degrés

---

(¹) A. Laveran, *Soc. de Pathologie exotique*, 12 avril 1911.

variables sur *Tr. Evansi*, *Tr. soudanense*, *Tr. gambiense*, *Tr. dimorphon*, *Tr. congolense*, *Tr. pecorum*, *Tr. Lewisi*. Le *Tr. Lewisi* est, parmi ces trypanosomes, celui qui se montre le moins sensible.

3° La virulence des trypanosomes qui ont été soumis à l'action de l'oxazine est en général diminuée.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bâthie*. Note de M. **R. Zeiller**.

On sait que la région Ouest de Madagascar est occupée par une série de dépôts sédimentaires à stratification régulière qui viennent s'appuyer vers l'Est contre le bord occidental du massif cristallin de l'île. La partie la plus inférieure de ces dépôts consiste dans un système gréso-schisteux, dont les affleurements sont jalonnés par une longue dépression Nord-Sud, provenant de l'érosion qu'ils ont subie.

M. H. Perrier de la Bâthie a fait une exploration détaillée de ces dépôts et publie en ce moment, dans le *Bulletin économique de Madagascar*, les observations géologiques qu'il a recueillies. Il a fait parvenir à l'École des Mines les fossiles récoltés par lui, et il me paraît intéressant de dire quelques mots à l'Académie des empreintes végétales, comprises dans cet envoi, dont il a bien voulu me confier l'examen. Elles proviennent de la partie la plus basse du système gréso-schisteux dont je viens de parler, considérée jusqu'à présent comme permienne, formée de grès-psammites et schistes argileux, dont l'épaisseur varie, suivant la région, de 80^{m} à 240^{m}, et que surmonte une puissante formation gréseuse (plus de 1000^{m} d'épaisseur).

Les gisements d'où proviennent ces empreintes sont les suivants, en allant du Sud au Nord :

a. Schiste gris foncé compact (couches à Reptiles), au Sud-Est de Ranohira, sur la Sakamaniga (entre les coupes III et IV de M. Perrier de la Bâthie); à 5^{m} seulement au-dessus de la base de la formation sédimentaire.

b. Schistes argileux brunâtres, avec concrétions cylindriques, des bords de la Sakamalio, non loin de son confluent avec la Sakamaloto; à 60^{m} au-dessus de la base.

b'. Schistes argileux des bords de la Menamaty, près de l'embouchure de la Sakave; à 60^{m} au-dessus de la base.

(Ces deux points *b* et *b'* compris entre les coupes IV et V de M. Perrier de la Bâthie.)

c. Schistes gris compacts et durs à 3^{km} environ au Nord de Bemazava, près d'Andranarivo, vallée de la Sakeny (un peu au nord de la coupe V); à 100^{m} environ au-dessus de la base.

d. Grès argileux micacés (psammites), d'un brun clair, entre Ambodimanga et Andronomarary, près Malaimbandy (entre les coupes V et VI); à 80m environ au-dessus de la base.

e. Grès micacés schisteux (psammites), presque blancs, d'Amboriky, à 5km à l'Est d'Ankavandra (entre les coupes VII et VIII), rappelant par leur aspect certains échantillons de Grès bigarré des Vosges; lambeaux restés sur les roches cristallophylliennes.

f. Grès micacés (psammites), d'un gris jaunâtre, de Mevetanana (coupe XI); à 40m environ au-dessus de la base.

La plupart de ces gisements ne renferment que des débris végétaux de petite taille, le plus souvent des fragments de ramules de Conifères et des écailles de cônes; mais deux d'entre eux font exception et ont fourni des échantillons mieux conservés et plus complets : c'est d'abord le gisement *c*, où M. Perrier de la Bâthie a recueilli d'assez nombreux fragments de pennes de Fougères parfois à peine adhérents à la roche, et dont le traitement par les réactifs oxydants et l'ammoniaque m'a permis d'obtenir la cuticule en excellent état de conservation; il y a été trouvé en même temps quelques restes de Poissons.

Vient ensuite le riche gisement d'Amboriky (*e*), représenté par des fragments étendus de pennes de Fougères, de tiges d'Équisétinées et de rameaux de Conifères, qui constituent la partie la plus importante de l'envoi fait à l'École des Mines par M. Perrier de la Bâthie.

Toutefois, et bien que le nombre des échantillons recueillis soit considérable, je n'ai reconnu que peu de formes végétales distinctes, appartenant aux Équisétinées, aux Fougères et aux Conifères, avec deux ou trois échantillons d'attribution incertaine.

Équisétinées. — Les Équisétinées sont représentées à Amboriky ainsi qu'à Ranohira (gisement *a*) par quelques tiges articulées et cannelées, calamitoïdes, dont l'attribution ne saurait être précisée; mais le gisement *b* a fourni un échantillon plus complet.

Il consiste en un fragment d'une tige cylindrique de 35mm de largeur, se rétrécissant légèrement vers le bas, à entrenœuds variant, de haut en bas, de 28mm à 15mm de longueur, et de part et d'autre de laquelle partent latéralement, insérées sur deux articulations consécutives, deux autres tiges, rétrécies en cône et incurvées à leur base, puis graduellement redressées parallèlement à la tige centrale, atteignant 50mm et 60mm de largeur, à entrenœuds graduellement allongés, de 10mm à 15mm de longueur à la base à 20mm et 25mm vers le haut.

L'aspect général est exactement celui que présentent parfois les tiges avec branches latérales du *Calamites Suckowi;* mais par la largeur de leurs côtes, ainsi que par les fortes cicatrices raméales alternantes situées sur leurs articulations, ces tiges se montrent tout à fait semblables aux grosses tiges qu'on trouve associées dans le Permotrias de l'Inde aux rameaux feuillés du *Schizoneura gondwanensis* Feist., et que j'ai cru pouvoir attribuer à cette espèce (1).

J'ai observé, d'autre part, parmi les échantillons du gisement *b'*, un fragment de gaine ressemblant de tout point aux gaines soit du *Sch. gondwanensis*, soit du *Sch. paradoxa* Sch. et Moug., et notamment à quelques-uns des échantillons du Keuper inférieur du Worcestershire figurés récemment par M. L.-J. Wills (2) comme appartenant à cette dernière espèce.

Fougères. — J'ai reconnu à Amboriky un fragment de penne de *Cladophlebis* à grandes pinnules légèrement arquées en avant, absolument identifiable au *Cl. remota* Presl; dans ce même gisement et dans celui de Bemazava, plusieurs fragments de pennes de *Pecopteris* ou *Lepidopteris stuttgartiensis* Brongt.

Les échantillons de cette dernière localité sont particulièrement intéressants en ce qu'ils ne laissent aucun doute quant à la réalité de l'existence, sur les rachis de divers ordres, non pas d'écailles, mais de protubérances à base arrondie, assez régulièrement disposées en général, formant sur les rachis deux séries parallèles contiguës, plus nombreuses sur les pétioles, où, entre deux files latérales de protubérances assez larges, on observe tantôt une, tantôt deux séries de protubérances de moindre diamètre et de contour moins régulier.

M. Alfred Nathorst avait signalé en 1886 la présence, sur des fragments de rachis ou de pétioles de *Lepid. Ottonis* Gœpp. (sp.) du Rhétien de Bjuf (3), de protubérances analogues, toutefois plus nombreuses encore et plus irrégulières. Mais, dans une étude récente, M. W. Gothan a contesté l'existence de ces protubérances sur la plante elle-même (4), les attribuant à des accidents de fossilisation, et signalant notamment celles du *Lep. stuttgartiensis* comme imputables uniquement à des concrétions minérales.

---

(1) *Palæontologia Indica*, new series, t. II, Mém. 1, p. 26, pl. VI, fig. 1-4.

(2) L.-J. Wills, *The fossiliferous Lower Keuper Rocks of Worcestershire* (*Proc. Geol. Assoc.*, t. XXI, 1910).

(3) A. Nathorst, *Floran vid Bjuf*, p. 117, pl. XXVI, fig. 8-11.

(4) W. Gothan, *Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste*, Lief. VI, nos 109-111.

Les préparations de cuticules que j'ai obtenues montrent qu'il s'agit réellement là d'émergences des rachis, se montrant sur l'une et l'autre face de la fronde et offrant, en gros, la forme de calottes sphériques, plus ou moins écrasées ou affaissées sur elles-mêmes, ainsi que l'attestent les plis dont elles sont affectées. Je n'ai pu jusqu'ici m'en expliquer le rôle et la signification.

J'ai observé en outre, parmi les échantillons d'Amboriky, des fragments de pennes offrant tous les caractères du *Danæopsis marantacea* Presl (sp.), et à Bemazava une portion de fronde assimilable au *Tæniopteris magnifolia* Rogers, du Keuper des États-Unis.

Conifères. — Parmi les Conifères, l'espèce la plus répandue à Amboriky est un *Voltzia* à feuilles dimorphes impossible à distinguer du *Voltzia heterophylla* Brongt, dont cependant les rameaux sont accompagnés de nombreuses écailles de cônes qui semblent différer un peu, par leur bord plus finement dentelé, de celles qu'on trouve généralement avec cette espèce dans le Grès bigarré des Vosges; peut-être n'y a-t-il donc pas complète identité spécifique.

Ces mêmes écailles se sont montrées également, mais peu abondantes, dans les gisements *a* et *b'*, et à ce qu'il semble, d'après des échantillons un peu imparfaits, dans le gisement *c*.

Je signalerai en outre, à Mevetanana, de très nombreux rameaux de Conifères à feuilles en crochet, qui pourraient, à la rigueur, appartenir à ce même *Voltzia* et en représenteraient la forme à feuilles courtes, mais qui pourtant ressemblent davantage à des *Pagiophyllum*, et dont l'attribution demeure finalement incertaine, du moins quant à présent.

Je m'abstiendrai également de dénomination générique pour d'autres rameaux analogues, mais à feuilles plus épaisses et moins saillantes, rencontrés dans les concrétions cylindriques du gisement *b*, et qui ne laissent pas de rappeler certains *Brachyphyllum*, tels notamment que le *Br. Jauberti* Pomel.

Les échantillons d'Amboriky m'ont offert, d'autre part, quelques rameaux grêles, à ramification irrégulière, munis de petites feuilles squamiformes apprimées, qui font songer à des *Thuyites*, en prenant ce terme dans son sens le plus large, mais aussi à des *Brachyphyllum*, la conservation n'en étant pas assez bonne pour qu'on puisse s'assurer avec certitude de la disposition des feuilles.

Je mentionnerai encore la présence, dans le gisement *a*, de ramules isolés, d'aspect un peu analogue à ces derniers, mais à feuilles moins étroitement

apprimées, rappelant le genre *Widdringtonites*, trop incomplets toutefois et de conservation trop imparfaite pour être nommés.

Incertæ sedis. — Il me reste enfin, pour être complet, à signaler deux formes d'attribution douteuse, à savoir : dans le gisement *d*, des fragments de feuilles divisées par dichotomie en segments presque capillaires, qui pourraient appartenir à un *Trichopitys* ou à un *Czekanowskia ;* et à Ambo-riky, une feuille, malheureusement incomplète, à limbe paraissant rétréci en coin vers la base, divisé du côté opposé en lanières parallèles, et susceptible d'être rapporté au *Nœggerathiopsis lacerata* Feist., du Permotrias de l'Inde, bien qu'il semble avoir eu une consistance moins épaisse ; peut-être s'agit-il seulement d'une espèce voisine, toutes réserves faites, d'ailleurs, sur l'attribution de ce type au genre *Nœggerathiopsis*.

En résumé, on a affaire là à une série d'espèces, dont deux, *Schizoneura* cf. *gondwanensis* et *Nœggerathiopsis* cf. *lacerata*, indiqueraient une liaison avec la flore permotriasique de l'Inde, liaison attestée, du reste, par ailleurs, par le *Glossopteris indica* recueilli dans la même série de couches, mais peut-être sur un niveau un peu plus bas, par le Capitaine Colcanap ([1]). Toutes les autres, *Cladophl. remota*, *Lepidopt. stuttgartiensis*, *Danæopsis marantacea*, *Tæn. magnifolia*, *Voltzia* cf. *heterophylla*, sont des espèces de la flore triasique européenne ou nord-américaine, et spécialement des espèces de la flore du Keuper, car si certaines d'entre elles sont surtout fréquentes dans le Grès bigarré, elles sont maintenant connues également dans le Keuper ou du moins dans le Keuper inférieur, comme le *Voltzia heterophylla*, observé également, au surplus, dans le Permotrias de l'Inde, et le *Schiz. paradoxa*, auquel semble appartenir la gaine du gisement *b'*, mais dont on peut se demander s'il y a réellement une différence entre lui et le *Schiz. gondwanensis*.

Par contre, on ne constate la présence d'aucun type franchement permien, et c'est donc au Trias, plus particulièrement au Keuper, ou du moins à sa région inférieure, qu'on est conduit à rapporter cette série de gisements, d'après la comparaison de leur flore avec les flores fossiles de l'hémisphère boréal. Il semble probable, d'ailleurs, que les divers gisements explorés par M. Perrier de la Bâthie appartiennent à un même horizon, les mêmes écailles de cônes de *Voltzia* s'étant montrées dans la plupart d'entre

---

([1]) M. Boule, *Comptes rendus*, t. 146, 2 mars 1908, p. 502-504.

eux, depuis les plus inférieurs comme le gisement *a*, jusqu'aux plus élevés comme le gisement *c*.

Il y aurait toutefois, sans parler du gisement *d*, qui n'a fourni que des fragments de feuilles d'attribution incertaine, une réserve à faire pour le gisement de Mevetanana, situé beaucoup plus au Nord, les rameaux de Conifères qui y ont été rencontrés, à l'exclusion de toutes autres empreintes, appartenant à un type qui se retrouve à bien des niveaux de l'échelle géologique.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Comité du Monument Augustin Normand** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration qui aura lieu au Havre le 20 août prochain.

M. **J. Bernstein**, élu Correspondant pour la Section de Médecine et Chirurgie, adresse des remercîments à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le Tome III (2e Partie) de *La face de la Terre*, par Ed. Suess, traduit par Emmanuel de Margerie. (Présenté par M. Termier.)

MM. **Cossmann**, **Deprat** et **H. Mansuy**, **E. Jouguet**, **I. Lagarde**, **L. Schulhof** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

Mme Vve **Henri Pellat** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée aux travaux de son mari.

MM. **A. Barbieri**, **Houard** adressent des remercîments pour les subventions qui leur ont été accordées sur le Fonds Bonaparte.

M. **Beauverie** adresse des remercîments pour l'encouragement qui lui a été attribué sur la Fondation Montagne.

ASTRONOMIE. — *Sur la durée de rotation de Vénus.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. Bigourdan.

Dans les *Comptes rendus* du 3 juillet 1911, tome 153, M. Bigourdan a communiqué les résultats obtenus par M. Belopolski au sujet de la durée de rotation de Vénus : d'après l'ensemble des observations de cet astronome, cette durée serait d'environ 29 heures. Ce résultat d'observation avait été prévu par moi comme application de la formule des rotations que j'ai communiquée à l'Académie le 24 décembre 1906; cette formule, déduite d'une théorie cosmogonique générale, communiquée à l'Académie en décembre 1905, a été démontrée au *Journal de l'École Polytechnique* (1908) : elle donne pour la durée de rotation de Vénus 28 heures 12 minutes.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1911 *c*), *faites à l'Observatoire de Paris.* Note de M. **Giacobini**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δ℗.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parallaxe.	℗ apparente.	Log. fact. parallaxe.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juil. 22...	12.15.27	—0.36,48	—2.16,3	12 : 6	22.12.24,04	$\bar{1},317_n$	68. 1. 5,2	$0,628_n$	*a*
» 23...	12.21. 4	—0.58,05	—4.37,4	12 : 6	22.11.33,14	$\bar{1},282_n$	67.28.10,1	$0,617_n$	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	℗ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
a......	7,9	22.12.58,46	+2,06	68. 3.24,3	—2,8	Berlin B., 8586
b......	6,5	22.12.29,11	+2,08	67.32.50,4	—2,9	Berlin B., 8584

Remarque. — La comète m'est apparue comme une nébulosité ronde de 35″ à 45″ de diamètre. Grandeur 11,5 à 12. Noyau central bien défini.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (1911 c), faites, à l'Observatoire de Bordeaux (équatorial de $0^m,38$), par MM.* **L. Picart** *et* **F. Courty.** Note présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Bordeaux.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	α apparente.	Log. fact. parallaxe.	δ apparente.	Log. fact. parallaxe.	Obs.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juillet 22.	10.48.54	−0.34,40	+0.34,6	12 : 6	22.12.26,14	$\bar{1},552_n$	+21.57.13,0	−0,636	P
23.	9.47.29	−0.53,34	+1.21,3	12 : 6	22.11.37,86	$\bar{1},619_n$	22.28.33,9	−0,679	P
23.	10.19.16	−0.53,73	+2. 0,9	12 : 6	22.11.37,47	$\bar{1},586_n$	22.29.13,6	−0,651	C

Positions des étoiles de comparaison.

Gr.	α moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
7,9	22.12.58,47	+2,07	+21.56.35,7	+2,7	A.G., Z Berlin, 8586
6,5	22.12.29,12	+2,08	+22.17. 9,7	+2,9	A.G., Berlin, 8584

Remarque. — La comète a un noyau assez net, de 10e grandeur environ; la nébulosité paraît allongée dans le sens Nord-Sud.

AÉRONAUTIQUE. — *Loi approximative de la montée d'un aéroplane.* Note de M. **Witold Jarkowski**, présentée par M. L. Lecornu.

Considérons un aéroplane naviguant à une hauteur h. Soient p et γ la pression atmosphérique et la densité de l'air à cette hauteur, et p_0 et γ_0 la pression et la densité au niveau du sol.

La poussée de l'air sur les surfaces sustentatrices est constante et égale au poids total supposé invariable

$$\text{(1)} \qquad P = K\gamma_0 \frac{p}{p_0} SV^2 i,$$

d'où l'on tire la vitesse

$$\text{(2)} \qquad V = \sqrt{\frac{P}{K\gamma_0 S i}} \sqrt{\frac{p_0}{p}} = V_0 \sqrt{\frac{p_0}{p}}.$$

En conservant le même angle d'attaque i, on voit que la vitesse V est proportionnelle à $\sqrt{\frac{1}{p}}$.

La traînée est indépendante de p comme le montre l'équation

$$(3)\qquad F = P\left(i + \frac{i_1^2}{i}\right),$$

avec $i_1 = \sqrt{\frac{\varphi\sigma}{KS}}$ également indépendant de p.

Le travail par seconde nécessaire pour le vol horizontal à la hauteur h

$$(4)\qquad T = FV = FV_0\sqrt{\frac{p_0}{p}} = T_0\sqrt{\frac{p_0}{p}}$$

augmente proportionnellement à $\sqrt{\frac{1}{p}}$.

Si l'on admet, pour la traction de l'hélice, la formule schématique

$$(5)\qquad \Phi = C\gamma_0\frac{p}{p_0}\omega^2\rho;$$

ρ étant le recul relatif, on voit que pour conserver la même valeur de Φ, il faut que le produit $\omega^2\rho$ varie comme $\frac{p_0}{p}$, c'est-à-dire que ω varie comme $\sqrt{\frac{p_0}{p}}$, soit

$$(6)\qquad \omega = \omega_0\sqrt{\frac{p_0}{p}}.$$

L'hélice devra donc tourner plus vite, ce qui se produira en réalité, car le couple résistant pour une vitesse de rotation donnée diminue dans la proportion de $\frac{p}{p_0}$ (¹).

En faisant ensuite abstraction de l'influence de la température, on peut admettre comme première approximation que la puissance du moteur M (jusqu'à une limite pratiquement utilisable) est sensiblement proportionnelle à la quantité du mélange admis par seconde q et à la vitesse de rotation ω. Mais, d'autre part, q varie comme $\frac{p}{p_0}$ et $\omega = \omega_0\sqrt{\frac{p_0}{p}}$; donc on peut écrire

$$(7)\qquad M = M_1\sqrt{\frac{p}{p_0}},$$

en appelant M_1 la puissance que pourrait fournir le moteur tournant au

---

(¹) Dans ces conditions $\rho = 1 - \frac{V}{\lambda\omega}$ reste constant ainsi que le rendement du propulseur.

niveau du sol à la vitesse ω. En égalant les expressions (4) et (7), et en remarquant que le travail nécessaire pour le vol au niveau du sol T_0 est égal à la puissance M_0 correspondante à une vitesse de rotation ω_0, il vient (¹)

$$\frac{M_0}{M_1} = \frac{p}{p_0}, \tag{8}$$

ce qu'on peut écrire

$$\frac{M_1 - M_0}{M_1} = \frac{p_0 - p}{p_0}. \tag{8'}$$

Il est intéressant de remarquer que cette formule est tout à fait analogue à l'expression de la loi de Meusnier, connue en Aérostatique,

$$\frac{P - l}{P} = \frac{p_0 - p}{p_0}, \tag{9}$$

loi qui montre que la dépression relative est égale au délestage relatif.

En appelant par analogie la valeur $\frac{M_1 - M_0}{M_1}$ *la décharge relative du moteur*, on peut énoncer cette loi remarquable et très simple de la montée d'un aéroplane :

Dans une montée en aéroplane, la dépression relative est égale à la décharge relative du moteur.

Pour trouver la hauteur maxima que peut atteindre un aéroplane, il suffit d'égaler la dépression relative à la décharge maxima du moteur, c'est-à-dire

$$\frac{p_0 - p_m}{p_0} = \frac{M_m - M_0}{M_m}, \tag{10}$$

p_m étant la pression à la hauteur maxima, M_m la puissance maxima développée par le moteur au niveau du sol, et M_0 la puissance nécessaire pour le vol horizontal au niveau du sol. La loi proposée n'est évidemment qu'approximative (comme du reste celle de Meusnier), car elle ne tient pas compte des variations de température et d'autres agents qui influencent le fonctionnement de l'hélice et du moteur; mais, grâce à sa simplicité, elle peut rendre de grands services dans des applications pratiques et des calculs préliminaires.

(¹) Ce rendement du moteur étant sensiblement indépendant de p, il n'entre pas dans l'équation (8), non plus que le rendement du propulseur.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Polymorphisme et orientations moléculaires.* Note de M. **Marcel Brillouin.**

1. L'étude des substances polymorphes a été poursuivie par les minéralogistes en se basant surtout sur des considérations cristallographiques, tirées de l'observation des groupements cristallins, des mâcles naturelles ou artificielles, etc. C'est à un point de vue un peu différent que je me placerai dans cette Note. Parmi les propriétés physiques des corps, il en est qu'on sait être caractéristiques de la molécule, et pour lesquelles on sait remonter avec quelque certitude des propriétés du corps à celles de la molécule, ce sont les propriétés qui sont régies par des relations linéaires entre deux vecteurs : influence électrique, influence magnétique (sans hystérèse), propagation de la lumière. On peut utiliser ces propriétés pour la recherche des orientations moléculaires dans les différentes formes cristallines d'une même substance. Ces orientations, une fois connues, fourniront un élément utile pour la discussion des propriétés plus complexes, en particulier des propriétés élastiques.

2. On sait, depuis les recherches de Poisson, Mossotti, Clausius, Lorentz, que les expressions

$$\frac{K-1}{K+2}\frac{1}{d}, \quad \frac{\mu-1}{\mu+2}\frac{1}{d}, \quad \frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{1}{d}=\nu_1$$

(d, densité du corps; K, constante diélectrique; μ, susceptibilité magnétique; n, indice de réfraction) sont, pour les substances isotropes, des coefficients dont la valeur se conserve quel que soit l'état du corps, qui définissent par conséquent une propriété de la molécule. Dans les corps anisotropes, il en est sensiblement de même pour chacun des coefficients principaux, bien que le dénominateur doive changer un peu avec la direction, comme l'a remarqué Lorentz. Lorsque les molécules sont toutes parallèles, les coefficients ainsi obtenus caractérisent directement la molécule; ce sont les coefficients *principaux* de la relation linéaire entre les vecteurs. Soient k_1, k_2, k_3 ces coefficients.

Si l'on passe à de nouveaux axes rectangulaires définis par le Tableau

	1	2	3
x	α	α'	α''
y	β	β'	β''
z	γ	γ'	γ''

on sait que les 6 coefficients des nouvelles formules linéaires entre les vecteurs sont

$$k_{xx} = \alpha^2 k_1 + \alpha'^2 k_2 + \alpha''^2 k_3; \quad k_{xy} = \alpha\beta k_1 + \alpha'\beta' k_2 + \alpha''\beta'' k_3 \quad \ldots,$$

qui satisfont en particulier à la relation

$$k_{xx} + k_{yy} + k_{zz} = k_1 + k_2 + k_3.$$

Cette somme reste la même, pour un même nombre de molécules, quelque différentes que soient leurs orientations individuelles.

De là on tire la condition suivante : *Pour que deux états d'une même substance puissent être considérés comme formés des mêmes molécules diversement orientées, il est nécessaire que la somme des coefficients relatifs à trois axes rectangulaires quelconques soit la même dans les deux états.*

3. *Carbonate de calcium. — Spath et Aragonite.* — Les propriétés diélectriques de l'aragonite n'ont pas été étudiées à ma connaissance; les propriétés diamagnétiques ont été étudiées au laboratoire de M. Voigt; mais elles ne satisfont pas assez bien à la condition nécessaire ci-dessus, probablement par l'influence de quelque trace d'impureté. Restent les propriétés optiques, très bien connues. Je citerai seulement ici les nombres relatifs à la raie D :

	n_x.	n_y.	n_z.	d.
Spath..........	1,6585	1,6585	1,4863	2,72
Aragonite......	1,6859	1,6816	1,5301	2,93

Les densités ne sont pas connues avec une précision aussi grande que les indices. On en déduit pour la combinaison du n° 2 :

	ν_x.	ν_y.	ν_z.	$\Sigma(\nu)$.
Spath........	0,1355	0,1355	0,0929	0,3629
Aragonite....	0,12985	0,12922	0,10544	0,3645

L'accord des sommes est suffisant pour permettre de poursuivre.

Les valeurs extrêmes ν_1, ν_3 relatives à des molécules parallèles sont néces-

sairement extérieures ou identiques aux valeurs extrêmes du Tableau précédent. Ces valeurs extrêmes 0,1355 et 0,0929 appartenant toutes deux au même état, spath, il est permis de supposer que dans le spath, il y a parallélisme optique des molécules; cette hypothèse étant la seule déterminée, sera seule examinée dans cette Note; elle conduit à admettre que la molécule de carbonate de chaux est optiquement de révolution. Au contraire, pour l'aragonite, les valeurs extrêmes sont comprises entre les extrêmes du spath; il n'est pas permis de supposer que les molécules soient optiquement parallèles dans l'aragonite. Pour construire un élément de cristal d'aragonite à l'aide de molécules de spath, il suffit d'associer 8 molécules symétriquement placées dans les 8 octants, l'axe de révolution ayant pour cosinus directeurs $\pm\alpha'' \pm \beta'' \pm \gamma''$, donnés par les équations

$$0,12985 = 0,1355\,(1-\alpha''^2) + 0,0929\,\alpha''^2,$$
$$0,12922 = 0,1355\,(1-\beta''^2) + 0,0929\,\beta''^2,$$
$$0,10544 = 0,1355\,(1-\gamma''^2) + 0,0929\,\gamma''^2.$$

L'axe de révolution de la molécule fait avec les axes cristallographiques de l'aragonite les angles

$$68°33', \quad 67°35', \quad 32°48'.$$

Cette orientation n'a pas de relation simple avec les paramètres cristallographiques de l'aragonite; mais cela n'a aucune importance. Le cristal ainsi constitué est optiquement identique à l'aragonite.

L'hypothèse que la molécule est de révolution n'est pas nécessaire; si l'on supposait la molécule biaxe, plus biréfringente que le spath, on pourrait constituer des assemblages de 6 pour le spath et de 8 pour l'aragonite reproduisant toutes leurs propriétés optiques, mais il resterait une part d'indétermination à lever par d'autres considérations.

On trouvera ailleurs cette discussion avec les développements nécessaires, ainsi que les applications à l'élasticité et à l'équilibre mécanique de ces cristaux.

OPTIQUE. — *Quelques paradoxes au sujet des actions optiques du premier ordre de la translation de la Terre.* Note (¹) de M. G. SAGNAC, présentée par M. G. Lippmann.

1. *Premier paradoxe.* — Dans une direction perpendiculaire à la translation de la Terre, la durée de propagation de la phase lumineuse sur l'épaisseur l d'une lame de verre L_1, d'indice n ou $\frac{V_0}{V}$, est $\frac{l}{V}$. Pendant ce temps, la propagation de la phase se ferait dans le vide sur une distance $\frac{lV_0}{V}$ ou nl égale à l'épaisseur l de la lame L_1 augmentée d'un *retard* R_1 ou $(n-1)l$.

En admettant l'hypothèse de Fresnel (éther non entraîné par la Terre), la propagation de la phase, sur l'épaisseur l d'une seconde lame de verre L_2 d'indice n, dans le sens de la vitesse v de translation de la Terre, se ferait dans le temps $\left(\frac{l}{V}+\frac{lv}{V_0^2}\right)$, d'après la loi de l'*effet de mouvement* (*Comptes rendus*, t. 129, p. 818). Pendant ce temps, dans le vide, la propagation par rapport à la Terre, qui fuit devant la lumière avec la vitesse v, se ferait avec la vitesse (V_0-v) et s'étendrait sur une longueur qui est la somme de l'épaisseur l du verre et d'un retard R_2 égal à $R_1\left(1-\frac{v}{V_0}\right)$.

M. Giuganino, partant de l'hypothèse de Fresnel et appliquant un théorème de la théorie électromagnétique de H.-A. Lorentz, établit l'expression précédente du retard (p. 1829 du précédent Volume). Il en conclut que, si l'on fait interférer les ondes transmises par les deux lames L_1 et L_2, les positions des franges dépendent de la différence des retards (R_1-R_2) ou $(n-1)l\frac{v}{V_0}$ et dépendent ainsi de la translation de la Terre, conclusion opposée à celle que je déduis directement de la considération de l'effet de mouvement (p. 1835 du précédent Volume). En raisonnant ainsi, M. Giuganino a admis implicitement que la vitesse relative v de la Terre et de l'éther était nulle, contrairement à l'hypothèse de Fresnel qui est à la base de la théorie.

En effet, les retards R_1 et R_2 sont évalués dans des directions qui corres-

(¹) Présentée dans la séance du 10 juillet 1911.

pondent, dans le système optique terrestre, à des vitesses de propagation différentes V_0 et $(V_0 - v)$; à ces *retards en longueurs* correspondent des *retards en temps* $\frac{R_1}{V_0}$ et $\frac{R_2}{V_0 - v}$ qui sont égaux et qui représentent un *même retard de phase* $\frac{(n-1)l}{V_0 \theta}$, car la période apparente vibratoire dans le système terrestre a la même valeur θ dans toutes les directions.

2. *Deuxième paradoxe*. — Dans le système des axes de référence par rapport auxquels on évalue la vitesse v de la Terre, la vitesse de propagation dans le vide a la même valeur V_0 dans toutes les directions. Alors les retards en temps *comptés dans ce système* sont proportionnels à R_1 et R_2 et sont, comme R_1 et R_2, dans le rapport mutuel $\left(1 - \frac{v}{V_0}\right)$. Cela n'entraîne cependant *aucune différence de phase*, car la période *dans le système de références* devant lequel fuit le système optique a deux valeurs différentes θ_1 et θ_2 dans les directions de R_1 et R_2; ces périodes, ou les longueurs d'onde $V_0\theta_1$ et $V_0\theta_2$, sont justement dans le rapport $\left(1 - \frac{v}{V_0}\right)$ d'après la loi de Doppler-Fizeau.

3. *Troisième paradoxe*. — Puisque les longueurs d'onde $V_0\theta_1$ ou λ_1 et $V_0\theta_2$ ou λ_2 sont différentes dans les directions de R_1 et de R_2, la translation de la Terre ne sera-t-elle pas mise en évidence par la comparaison de ces longueurs d'onde?

Les interférences ne permettent pas d'observer les positions instantanées des ondes; l'inégalité des longueurs d'onde théoriques nous échappe au même titre que l'inégalité des retards R_1 et R_2. La distribution permanente des oscillations de l'intensité lumineuse dans l'espace nous révèle seulement la différence des retards de phase $\left(\frac{R_1}{\lambda_1} - \frac{R_2}{\lambda_2}\right)$. Or cette différence est nulle dans l'hypothèse de Fresnel aussi bien que dans l'hypothèse d'un entraînement partiel ou complet de l'éther lumineux par la Terre.

Quatrième paradoxe. — Ne peut-on s'adresser au phénomène des *ondes stationnaires* pour comparer les longueurs d'onde λ_1 et λ_2? En un point quelconque d'une des surfaces interférentielles qu'on appelle « ondes stationnaires » se croisent les vibrations primitivement issues d'un même point lumineux; on retrouve les conditions générales qui permettent d'appliquer

le théorème de Veltmann que j'ai établi sous une forme très simple (*Comptes rendus*, t. 141, p. 1220), sans hypothèses dynamiques ni électromagnétiques spéciales, et d'après lequel la translation de la Terre ne produit pas d'action optique du premier ordre.

Cinquième paradoxe. — Considérons avec M. Giuganino (p. 1662 du précédent Volume) un miroir plan réfléchissant des ondes lumineuses à 45°, les ondes réfléchies se propageant dans le sens de la translation de la Terre. La longueur d'onde λ_2 après réflexion est à la longueur d'onde λ_1 avant réflexion dans le rapport $\left(1 - \frac{v}{V_0}\right)$ (voir ci-dessus n° 2).

La loi de la réflexion ne s'applique plus alors et souffre un écart angulaire α égal à $\frac{v}{V_0}$. Mais le théorème de Veltmann montre que la direction apparente de propagation définie par l'axe optique d'une lunette suit encore la loi de la réflexion, les rayons apparents incident et réfléchi ne sont pas affectés par la translation de la Terre. Seule la direction des ondes incidentes a tourné de l'angle α (*Comptes rendus*, t. 141, p. 1220). Cette rotation des ondes incidentes résulte immédiatement du théorème de Veltmann. L'écart des angles d'incidence $\left(\frac{\pi}{4} + \alpha\right)$ et de réflexion $\left(\frac{\pi}{4}\right)$ des ondes est inobservable. Mais la rotation α des ondes dans un système optique terrestre a l'intérêt de fournir une explication immédiate de l'aberration des étoiles (*loc. cit.*), dont nous savons observer les variations annuelles.

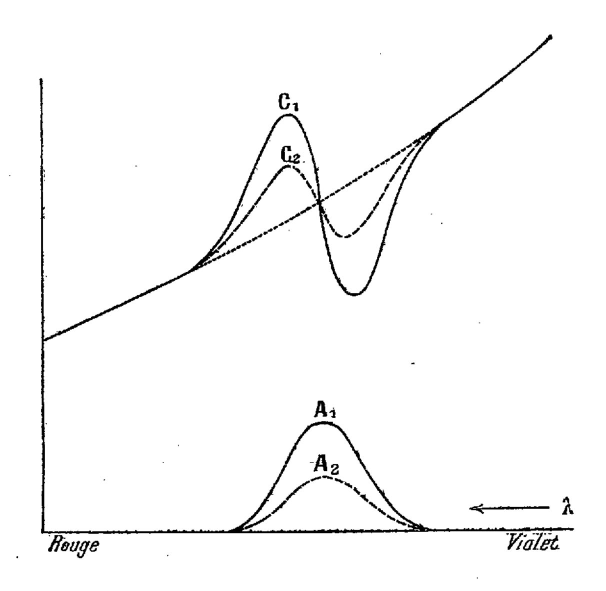
Cette discussion pourra servir d'utile commentaire à la théorie cinématique très simple des effets optiques du premier ordre dans les systèmes optiques en mouvement, que j'ai exposée dans diverses publications (*Société française de Physique*, 1899, p. 162-164. — *Comptes rendus*, t. 129, p. 818; t. 141, p. 1220; t. 152, p. 310 et p. 1835. — *Le Radium*, 1911, p. 1).

PHYSIQUE. — *Dichroïsme circulaire et dispersion rotatoire.* Note de M. **A. Cotton**, transmise par M. J. Violle.

La théorie que M. Ladislas Natanson a donné du dichroïsme circulaire a conduit à mettre en évidence une relation entre le sens du dichroïsme et les signes des rotations. M. Natanson l'a trouvée vérifiée dans les différents cas étudiés jusqu'alors; M. Bruhat (voir la Note ci-après) vient à nouveau de la trouver en accord avec les faits en examinant, cette fois, hors de la pré-

sence de tout dissolvant, un de ces composés organiques bien définis et cristallisables, dont M. Tschugaeff a signalé la dispersion rotatoire anomale. Je voudrais indiquer ici que cette règle de M. Natanson peut aussi se déduire très simplement des résultats généraux qu'a fournis l'étude expérimentale des variations de l'indice d'une substance dans l'intérieur d'une bande d'absorption.

Représentons schématiquement par la courbe A_1 les variations du coefficient d'absorption dans l'intérieur d'une bande (que je supposerai unique pour simplifier), par la courbe C_1 les variations correspondantes de l'indice n_1. La forme générale de cette courbe est connue; on sait que les valeurs élevées de l'indice s'observent du côté



rouge du maximum d'absorption, les valeurs faibles de l'autre côté, et que dans l'intervalle l'indice repasse par des valeurs normales : ces faits nous suffiront. Considérons en effet un corps actif possédant dans l'intérieur de la bande un dichroïsme circulaire de sens constant, et admettons que les maxima d'absorption des deux rayons circulaires droit et gauche s'observent pour la même radiation : à ces deux rayons correspondront respectivement les deux courbes d'absorption A_1, A_2 et les deux courbes C_1, C_2 donnant les indices n_1, n_2. Ces deux courbes C_1, C_2, pratiquement confondues dans les régions du spectre éloignées de la bande, se sépareront l'une de l'autre lorsqu'on pénétrera dans les régions absorbées, puis se croiseront dans la région voisine du maximum d'absorption où les indices reprennent des valeurs normales, pour se rejoindre ensuite au delà de la bande. La courbe qui s'écarte le plus de celle qu'aurait donnée un corps transparent sera évidemment la courbe C_1 pour laquelle l'absorption est la plus forte. Or, le pouvoir rotatoire est proportionnel à $\frac{n_1 - n_2}{\lambda}$,

et son sens dépend du signe de la différence $n_1 - n_2$ des ordonnées des deux courbes C_1, C_2. La figure montre qu'on devra observer des deux côtés de la bande de grandes rotations, ce qui est conforme à l'expérience, que ces rotations seront positives d'un côté, négatives de l'autre, et que ces signes peuvent être prévus si l'on connaît le sens du dichroïsme : dans la partie de la bande située du côté du rouge, le rayon qui se propage le plus vite (celui qui a le plus petit indice) sera le rayon le moins absorbé, le contraire aura lieu de l'autre côté. C'est la règle à laquelle ont conduit les formules de M. Natanson.

Inversement, lorsque l'étude de la dispersion rotatoire d'une substance montre que dans une bande le pouvoir rotatoire change de signe avec de grandes valeurs positives et négatives des rotations de part et d'autre, on est conduit à prévoir l'existence d'un dichroïsme dont on peut ainsi *a priori* indiquer le sens. C'est ce qui a lieu notamment pour d'autres composés de M. Tschugaeff, et aussi pour les solutions de camphre étudiées dans l'ultraviolet par M. Darmois.

Ces résultats sont indépendants de toute théorie particulière du dichroïsme ; cela ne veut pas dire bien entendu qu'une telle théorie soit inutile. Non seulement en effet il faut bien expliquer le dichroïsme lui-même, mais il faut aussi établir des formules de dispersion reliant numériquement, pour chacun des deux rayons, les indices de réfraction et les indices d'extinction. Mais, on le voit aussi, c'est seulement par des mesures portant sur des corps bien définis, et par la vérification des relations numériques ainsi trouvées, que l'on peut voir si une théorie particulière est en tous points satisfaisante. Cette dernière remarque est valable pour la polarisation rotatoire magnétique où la même considération des deux vibrations circulaires inverses se propageant indépendamment m'avait suffi déjà aussi pour rendre compte qualitativement des deux modes de dispersion que présente la polarisation rotatoire *magnétique* : celui que j'ai signalé autrefois (dont on a trouvé depuis de nouveaux exemples) où les anomalies sont de sens opposés des deux côtés de la bande, et celui que l'on observe lorsque le phénomène de Zeeman intervient. Dans ce dernier cas, on explique aussitôt à la fois les grandes rotations, d'un signe déterminé, que l'on trouve des deux côtés de la bande modifiée par le champ, et les grandes rotations, de signe contraire, observées à l'intérieur.

PHYSIQUE. — *Étude du dichroïsme rotatoire d'un composé organique défini (diphényl-l-bornyldithiouréthane).* Note de M. G. **Bruhat**, transmise par M. J. Violle.

On sait que certaines substances colorées, optiquement actives, ayant une dispersion rotatoire anomale, présentent en même temps le phénomène du dichroïsme rotatoire, c'est-à-dire absorbent inégalement la lumière polarisée circulairement droite et gauche. Ce phénomène, découvert d'abord par M. Cotton, a été également observé par M. Dowell; il a fait l'objet d'études théoriques, notamment d'un travail récent de M. Natanson (1). Les substances employées dans ces recherches étaient des solutions de sels complexes de certains métaux (cuivre, chrome, cobalt, etc.). M. Tschugaeff (2) ayant préparé récemment divers composés organiques bien définis, sur lesquels il a observé une dispersion rotatoire anomale très nette, allant jusqu'au changement de signe des rotations dans le spectre visible, il était intéressant de chercher si ces corps présentaient aussi le phénomène du dichroïsme rotatoire.

Grâce à l'obligeance de M. Tschugaeff, j'ai pu étudier le diphényl-*l*-bornyldithiouréthane (et le corps symétrique dérivé du *d*-bornéol). Ce corps correspond à la formule

$$C^6H^5 - CS - N\begin{cases} C^6H^5 \\ CS - O - C^{10}H^{17} \end{cases}$$

Ce sont des cristaux rouges solubles dans le toluène et l'acétone. D'après les mesures de M. Ogorodnikoff et des mesures personnelles, ces solutions rouges présentent dans le vert une bande d'absorption, avec absorption maxima vers la longueur d'onde $\lambda = 525^{\mu\mu}$ (solution étendue dans le toluène); dans le bleu, l'absorption est plus faible, est minima vers $470^{\mu\mu}$ et croît ensuite très rapidement dans le violet. J'ai étudié des solutions étendues dans le toluène (2^g par litre) sous des épaisseurs de 5^{mm} à 15^{mm},

(1) Cotton, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 7e série, t. VIII, 1896, p. 347. — Mc. Dowell, *Phys. Rev.*, t. XX, 1905, p. 163. — Natanson, *Journ. de Phys.*, 4e série, t. VIII, 1909, p. 321.

(2) Tschugaeff, *Ber. d. deut. chem. Ges.*, t. XLII, 1909, p. 2244. — *Ann. de Chim. et Phys.*, 8e série, t. XXII, 1911, p. 137. — Tschugaeff et Ogorodnikoff, *Zeit. für phys. Chem.*, t. LXXIV, 1910, p. 503.

retrouvé leur dispersion anomale déjà signalée par Tschugaeff, et constaté un dichroïsme non douteux. D'autre part, ces cristaux fondent à 88°, en donnant un liquide rouge qui reste facilement surfondu; une goutte de ce liquide, placée entre deux glaces, donne à la température ordinaire une sorte de verre fortement coloré, sans trempe notable, qui *présente lui aussi une dispersion rotatoire anomale et un dichroïsme circulaire facilement mesurable.* Les mesures n'ont pu être faites que sous de faibles épaisseurs ($\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$ de millimètre), l'absorption étant trop forte pour permettre des mesures spectropolarimétriques précises avec des épaisseurs plus grandes.

La lumière employée était, soit une lumière monochromatique (raies jaune et verte de l'arc au mercure), soit la lumière de l'arc ou la lumière du Soleil purifiée spectralement par le dispositif de Brace (¹), la bande spectrale employée ayant, dans ce cas, des radiations extrêmes distantes d'environ $25^{\mu\mu}$. Les observations étaient faites, soit à l'œil, soit par la photographie. Les rotations α du plan de polarisation ont été mesurées, soit à l'aide d'un analyseur à trois plages de Lippich, soit en introduisant une lame de mica quart d'onde entre le liquide étudié et l'appareil de mesure des ellipticités (²). Pour mesurer la différence des absorptions des deux vibrations circulaires, il suffit de mesurer le rapport des axes $\varepsilon = \frac{b}{a} = \tang\varphi$ de la vibration elliptique donnée par le liquide lorsqu'il reçoit une vibration rectiligne. Cette mesure était faite, soit par la méthode de Brace, le compensateur ayant été étalonné dans les différentes régions du spectre à l'aide de lames quart d'onde par plusieurs méthodes concordantes, soit par la méthode de Sénarmont-Chauvin (³). Les valeurs de α et φ sont ainsi déterminées à environ une demi-minute près.

J'ai calculé le pouvoir rotatoire $[\alpha]_\lambda = \frac{\alpha . 100}{l . c}$ (où α est la rotation observée mesurée en degrés, l la longueur traversée en décimètres et c le nombre de grammes de substance dans 100^{cm^3} de liquide), et la différence $k' - k$ des deux coefficients d'absorption, définis par la relation $I = I_0 e^{-kc_1 l}$ (où I_0 est l'intensité de la lumière incidente, I l'intensité de la lumière transmise, l la longueur traversée en centimètres et c_1 le nombre de molécules-grammes par litre); cette différence $k' - k$ est liée à ε par la relation $k' - k = \frac{2}{c_1 l} \mathrm{L} \frac{1 + \varepsilon}{1 - \varepsilon}$ ou, ε étant petit, $k' - k = \frac{4\varepsilon}{c_1 l}$. Voici les résultats obtenus pour le dérivé du l-bornéol :

Pour la solution toluénique étendue, le pouvoir rotatoire gauche croît du rouge vers le jaune, atteint un maximum égal à 400 pour des radiations

---

(¹) BRACE, *Phil. Mag.*, t. V, 1903, p. 168.

(²) COTTON et MOUTON, *Journ. de Phys.*, 5ᵉ série, t. I, 1911, p. 9.

(³) DE SÉNARMONT, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2ᵉ série, t. LXXIII, 1840, p. 337. — CHAUVIN, *Journ. de Phys.*, 2ᵉ série, t. IX, 1890, p. 5.

comprises entre $560^{\mu\mu}$ et $580^{\mu\mu}$ (la rotation gauche observée est alors d'environ 7 minutes), puis décroît, s'annule entre $535^{\mu\mu}$ et $540^{\mu\mu}$, et devient ensuite droit; il croît alors rapidement et atteint des valeurs d'environ 1600 pour $450^{\mu\mu}$ (rotations observées d'environ 20 minutes). Le dichroïsme, nul dans le rouge, croît dans le jaune et le vert, la vibration elliptique donnée par le liquide étant gauche, puis décroît dant le bleu et le violet, aussi loin que l'accroissement rapide de l'absorption m'a permis les mesures. La valeur maxima de la différence $k' - k$ est 3, pour des radiations comprises entre $530^{\mu\mu}$ et $520^{\mu\mu}$ (valeur maxima de φ observée : environ 20 minutes). La valeur de k pour ces radiations est de l'ordre de 300.

Pour le corps pur à l'état surfondu, le pouvoir rotatoire, gauche dans le rouge et le jaune, passe par un maximum un peu supérieur à 400 entre $600^{\mu\mu}$ et $580^{\mu\mu}$, devient droit à partir de $550^{\mu\mu}$, et atteint des valeurs de 600 vers $480^{\mu\mu}$. La vibration elliptique obtenue est gauche : $k' - k$ est maximum entre $540^{\mu\mu}$ et $530^{\mu\mu}$, et est alors voisin de 3.

L'examen des résultats montre que les courbes de dispersion et de dichroïsme sont voisines pour le corps dissous et pour le corps pur; toutefois les courbes relatives au corps surfondu sont un peu décalées vers le rouge par rapport aux courbes relatives aux dissolutions. M. Tschugaeff avait déjà observé des résultats analogues pour d'autres composés. Dans les deux cas, le dichroïsme est maximum dans la région où l'absorption est maxima, et le maximum de la différence $k' - k$ semble correspondre au point d'inflexion de la courbe des pouvoirs rotatoires. Les ellipses observées sont toutes décrites dans le même sens (gauche); les rotations, gauches du côté rouge, sont droites du côté violet de la bande d'absorption; ce corps suit donc la règle de Natanson, aussi bien en solution qu'à l'état pur; du côté rouge de la bande d'absorption, le rayon qui se propage le plus vite est le moins absorbé; du côté violet, c'est le plus absorbé.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la dissymétrie des ions positifs et négatifs relativement à la condensation de la vapeur d'eau.* Note (¹) de M. E. **Besson**, présentée par M. E. Bouty.

La différence que présentent les ions positifs et négatifs, au point de vue de la condensation de la vapeur d'eau, a été signalée pour la première fois

(¹) Présentée dans la séance du 17 juillet 1911.

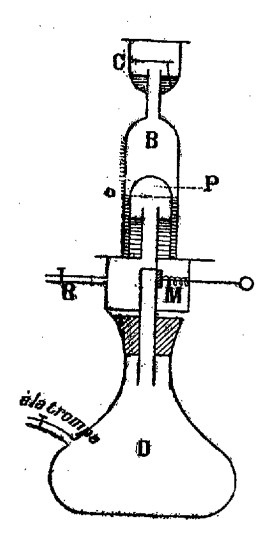
par M. C.-T.-R. Wilson [1] qui observait l'intensité plus ou moins grande du nuage produit par une détente supérieure à la détente critique 1,25, sous l'action d'un champ électrique très faible. L'auteur pouvait faire prédominer à volonté dans l'appareil les ions négatifs ou positifs au moment de la détente.

Dans cette méthode, la comparaison des nuages n'est faite qu'avec les yeux et l'observation est souvent très difficile.

C'est pourquoi j'ai eu recours à une méthode d'inscription photographique

J'ai utilisé l'appareil de M. Langevin, qui est une modification de celui de Wilson.

Dans le schéma ci-dessous, C est la chambre de condensation, P un piston métal-



lique creux, qui glisse dans un cylindre de verre B; un joint hydraulique empêche la communication de B avec l'intérieur de P. Mis en communication avec l'atmosphère par le robinet R, le piston remonte; mis en relation avec le récipient D par la soupape M, il descend brusquement; un champ électrique peut être établi entre le couvercle métallique de la chambre et le plateau d'un petit trépied métallique situé à l'intérieur.

L'emploi de la méthode photographique exige un éclairage intense. Un faisceau lumineux émanant d'un arc ($I = 22$ ampères) est projeté à l'aide d'une lentille de 30^{cm} de distance focale placée à 60^{cm}, de façon à obtenir en vraie grandeur l'image

---

(1) C.-T.-R. Wilson, *Philosophical Transaction*, A, t. **193**, 1899.

du cratère à l'intérieur ou un peu en arrière de la chambre de condensation : une cuve d'alun est interposée sur le trajet du faisceau.

Les phénomènes de condensation étudiés présentent des perturbations au voisinage des parois de la chambre, dues à des mouvements de convection.

On observait, pour cette raison, dans un plan situé à une distance d'environ 1^{cm} en arrière de la paroi, à l'aide d'un microscope peu grossissant, permettant de viser à une distance de $2^{mm},5$. Il était disposé horizontalement, à peu près au milieu de la distance séparant les deux plateaux métalliques de la chambre de condensation; il était orienté de façon à faire un angle d'environ 40° avec l'axe du faisceau éclairant. En somme, l'éclairage était un éclairage latéral, et l'observation se faisait sur fond sombre. Les gouttes vivement éclairées se détachent nettement sur ce fond et se présentent souvent sous forme de petites lignes brillantes.

Dans le cas où le nuage est peu épais, les gouttes, qui ne sont au point que d'une façon imparfaite, fournissent des taches plus ou moins brillantes d'apparence circulaire et empiétant les unes sur les autres. Le mouvement des gouttes s'observait sur le verre dépoli d'une chambre photographique. La rapidité de ce mouvement exige l'emploi de poses très courtes, $\frac{1}{50}$ de seconde environ, et de plaques extra-rapides. Malgré cela les gouttes ne paraissent pas parfaitement immobiles.

Ce dispositif m'a permis de suivre la formation du nuage dans tous ses détails.

Je me propose seulement aujourd'hui de communiquer les résultats relatifs à la dissymétrie des ions positifs et négatifs.

Ceux-ci étaient produits par les rayons X envoyés sur la chambre de condensation dans une direction perpendiculaire à l'axe du faisceau éclairant. A 4^{cm} de la chambre on place un écran de plomb de 4^{mm} d'épaisseur, portant une fente horizontale de 2^{mm} de largeur environ, disposée un peu au-dessus du plan horizontal passant par le plateau inférieur de la chambre. De l'autre côté se trouve un tube focus, disposé de manière à envoyer un faisceau de rayons horizontal.

L'anticathode est à 12^{cm} de l'écran; entre les deux plateaux de la chambre de condensation, on peut établir un champ de 4 volts alternativement dans les deux sens.

Dans les expériences réalisées, l'air de la chambre était soumis à l'action ionisante pendant 2 secondes et l'action des rayons se produisait encore au moment de la détente.

Le nuage était photographié 2 secondes après la détente. L'obturateur était déclanché électriquement et la détente avait pour valeur 1,255.

Lorsque le faisceau de rayon X rase le plateau inférieur, porté au poten-

tiel le plus élevé, les ions négatifs sont plus rapidement captés que dans le cas contraire.

Dans la très grande majorité des cas, la dissymétrie signalée par M. C.-T.-R. Wilson, au sujet de la plus grande facilité de condensation de la vapeur d'eau par les ions négatifs, non sensible à l'œil nu a été mise en évidence d'une façon très nette sur la photographie.

Les négatifs 1 et 2 ci-dessous appartiennent à une série de six photographies exécutées dans une même séance alternativement avec ions positifs et ions négatifs dominants. Les clichés 2, 4, 6 sont nettement plus noirs que les autres et ce sont ceux qui correspondent aux ions négatifs dominants. La dissymétrie est évidente.

Fig. 1.

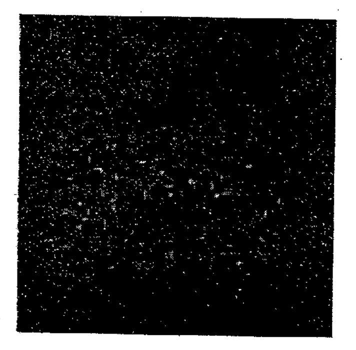
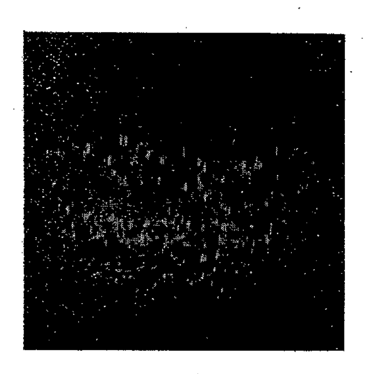


Fig. 2.



S'il y a incertitude dans quelques cas, cela tient aux difficultés inhérentes à ce genre d'expériences :

1° Il est très difficile d'obtenir rigoureusement la même détente dans les expériences consécutives;

2° La source ionisante n'est pas rigoureusement constante;

3° Au moment de la détente, il se produit des remous qui dispersent les gouttes de diverses manières et rendent l'observation directe à peu près impossible, etc.

Il n'est donc pas surprenant qu'on n'ait pas toujours réussi à répéter avec succès les expériences de M. Wilson.

PHYSIQUE. — *Sur la dépense d'énergie nécessaire pour produire l'unité d'intensité lumineuse.* Note de MM. **H. Buisson** et **Ch. Fabry**, présentée par M. P. Villard.

Ayant précédemment mesuré en quantités d'énergie les intensités des diverses radiations émises par une lampe au mercure, nous avons jugé utile d'évaluer les intensités de celles qui sont visibles en les comparant aux unités photométriques usuelles. Ces mesures photométriques, dans lesquelles on compare l'intensité d'une radiation monochromatique (jaune, verte ou violette) avec celle d'un étalon à flamme (lampe Hefner), sont sujettes à toutes les difficultés et à toutes les incertitudes des mesures de photométrie hétérochrome. On a pris la moyenne des résultats obtenus par plusieurs observateurs.

La lampe employée est une lampe Heræus (longueur du tube de quartz 6^{cm}, intensité du courant 3,5 ampères, tension aux bornes 27 volts). Les radiations étudiées sont : la radiation violette 4538, la verte 5460 et le groupe des deux radiations jaunes 5780. Chacune d'elles peut être isolée des autres par des absorbants qui l'affaiblissent peu et d'une façon d'ailleurs connue. Les mesures photométriques sont faites au moyen d'un photomètre Lummer, en prenant comme source étalon une lampe Hefner, pour l'intensité de laquelle on admet 0,9 bougie internationale.

On a ainsi trouvé que les intensités lumineuses, dans la direction normale au tube de la lampe, sont : 2,1 bougies pour la radiation violette, 41,5 pour la verte et 17 pour les jaunes.

D'autre part, dans la même direction, à 1 mètre de la lampe, les quantités d'énergie correspondant aux trois radiations sont : $0,513 \times 10^{-5}$, $0,583 \times 10^{-5}$ et $0,285 \times 10^{-5}$ watt par centimètre carré.

Un calcul très simple donne alors, pour chacune des radiations, le nombre de watts rayonnés par bougie moyenne sphérique. On trouve ainsi, pour la radiation violette 0,31 watt par bougie; 0,018 pour la radiation verte et 0,021 pour les jaunes.

La radiation verte 5460 se trouve justement dans la région du spectre qui produit, à énergie égale, la plus forte impression sur notre œil. Le nombre trouvé pour cette radiation, 0,018 watt par bougie, correspond donc à la dépense minimum possible d'une lampe qui transformerait entièrement l'énergie qu'elle reçoit en radiation lumineuse la plus avantageuse. L'intensité lumineuse dans ces conditions serait de 55 bougies par watt. Diverses évaluations, obtenues par des procédés très indirects, ont déjà été données

pour ce nombre, appelé quelquefois équivalent mécanique de la lumière; les résultats obtenus, très discordants, oscillent entre 17 bougies par watt (Drysdale) et 72 bougies par watt (Hyde) (¹).

Pour la radiation jaune 5780 le nombre de watts par bougie est légèrement plus grand que pour la verte; cependant, la radiation jaune contribue pour une part notable à l'éclairage fourni par une lampe au mercure, surtout avec les lampes poussées où son énergie est considérable. Quant à la radiation violette, bien que les lampes à mercure l'émettent avec une intensité comparable à celle de la raie verte, elle ne contribue à l'éclairage que d'une manière insignifiante par suite de la très faible sensibilité de notre œil.

RADIOACTIVITÉ. — *Action de l'émanation du radium sur les sels de thorium.* Note de MM. **Herschfinkel**, présentée par M. P. Villard.

MM. Ramsay et Usher (²) ont montré il y a deux ans qu'une solution d'azotate de thorium abandonnée à elle-même pendant plusieurs mois dégage une certaine quantité d'acide carbonique ($0^{cm^3},58$ à $1^{cm^3},2$ pour une solution renfermant 270^g de sel), et que si l'on fait agir une forte émanation de radium sur le même sel de thorium il se produit encore plus rapidement des quantités analogues d'acide carbonique (environ $0^{cm^3},5$ lorsqu'on fait agir l'émanation de radium en équilibre avec environ $0^g,2$ de radium sur 270^g d'azotate de thorium). Non seulement le thorium mais tous les éléments du même groupe (Si, Zr, Ti) donnent de l'acide carbonique par l'action de l'émanation du radium, mais en quantité moindre que le thorium. L'action de l'émanation sur d'autres sels [$Hg(NO^3)^2$, 300^g] n'a donné lieu qu'à une très faible production de gaz carbonique.

Pour expliquer ce résultat, MM. Ramsay et Usher ont supposé que le carbone de l'acide carbonique dont ils ont observé la production provient d'une transformation des atomes du groupe du thorium par l'action de l'émanation du radium. D'autre part, on sait déjà qu'en présence d'émanation les matières organiques s'oxydent très facilement en donnant de l'acide carbonique (³).

Pour cette raison il était nécessaire de répéter les expériences de M. Ramsay et de rechercher si le dégagement de l'acide carbonique n'était

(¹) Ives, *Transactions of the Illuminating Engineering Society*, t. V, 1910, p. 132.

(²) Ramsay, *Journ. chem. Soc.* (*Trans.*), t. XCV, avril 1909, p. 624. — Ramsay et Usher, *Ber. d. chem. Ges.*, 42, t. III, juillet 1909, p. 2930.

(³) Mme Curie, *Traité de Radioactivité*.

pas dû à la présence de petites quantités d'impuretés organiques dans les sels examinés.

J'ai fait différentes expériences avec l'azotate de thorium et je dois adresser mes vifs remercîments à Mme Curie pour avoir bien voulu mettre à ma disposition les fortes quantités d'émanation de radium employée dans mes expériences, qui ont été faites dans son laboratoire.

L'appareil qui m'a servi et qui sera décrit d'une manière détaillée dans un Mémoire plus étendu, permettait de mettre en présence l'émanation et l'azotate de thorium en évitant tout contact avec les robinets dont la graisse pouvait être une cause de production de gaz carbonique. L'appareil avait été soigneusement nettoyé au mélange chromique.

L'émanation provenait d'une solution contenant environ 3^{dg} de chlorure de radium; elle était soigneusement purifiée et débarrassée de toute trace de gaz carbonique.

L'azotate de thorium employé avait été spécialement purifié par la Maison Merck, en vue d'éviter autant que possible la présence d'impuretés organiques.

Les différentes opérations qui étaient effectuées pour extraire le gaz de l'appareil ne donnaient pas lieu à une perte notable du gaz carbonique qui pouvait y être contenu. Par exemple on pouvait introduire $0^{cm},1$ de gaz carbonique et en déceler facilement la présence dans le gaz extrait de l'appareil.

Dans la première expérience j'ai lancé une forte quantité d'émanation sur beaucoup d'azotate de thorium. Quand la plus grande partie de l'émanation, qui était toujours en contact avec l'azotate de thorium, a été détruite, j'ai analysé le contenu gazeux de l'appareil.

Pour extraire le gaz de l'appareil on chauffe la solution de thorium en faisant barboter en même temps du gaz tonnant obtenu par l'électrolyse de l'eau. Le gaz est introduit ensuite dans un eudiomètre.

Dans cet eudiomètre, après la recombinaison du gaz tonnant, on transforme l'acide carbonique en oxyde de carbone par l'action d'une étincelle en présence de phosphore. Les combinaisons nitrées qui se trouvent sûrement dans le contenu gazeux sont absorbées par le mercure après l'action de l'étincelle en présence d'oxygène.

L'oxyde de carbone est enfin dosé par la méthode de M. Nicloux (action sur l'acide iodique avec mise en liberté d'iode). Finalement, la présence du gaz carbonique est caractérisée par la production de la coloration rose de la solution d'iode dans le sulfure de carbone.

En faisant agir l'émanation en équilibre avec $0^{g},1$ de radium sur 125^{g} d'azotate de thorium pendant 12 jours, on obtient environ 1^{cm^3} d'acide carbonique.

La solution de thorium, laissée sans émanation pendant le même temps, n'a donné qu'une trace de gaz carbonique.

Si l'on remplace le sel de thorium par l'eau distillée, l'émanation ne donne que peu ($0^{cm^3},1$) d'acide carbonique.

Si l'action de l'émanation sur le sel de thorium n'est pas un phénomène de transformation atomique, mais un phénomène d'oxydation, il faut qu'un autre agent oxydant, par exemple le permanganate de potasse, donne aussi de l'acide carbonique avec l'azotate de thorium, c'est-à-dire avec son impureté organique. J'ai ajouté à la solution d'azotate de thorium une petite quantité de permanganate de potasse, en refroidissant, pour que l'action ne commence pas trop tôt. J'ai trouvé alors des quantités de gaz carbonique encore plus grandes que dans le cas de l'émanation.

On peut donc en conclure que l'acide carbonique qui se forme dans le thorium avec l'émanation ne provient pas d'une transformation de l'atome de thorium en carbone.

En tout cas, la production d'acide carbonique observée par M. Ramsay ne prouve pas cette transformation, puisqu'une action oxydante donne également de l'acide carbonique.

L'impureté contenue dans le sel de thorium est très probablement une trace d'acide oxalique qui est employé au cours de sa préparation.

Il me paraît probable que, dans le cas des autres substances ayant donné un dégagement de gaz carbonique, une cause analogue pourra être mise en évidence.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les densités des phases coexistantes (densités orthobares) et le diamètre de l'anhydride sulfureux au voisinage du point critique* (¹). Note de M. **Ettore Cardoso**, présentée par M. Georges Lemoine.

I. Nous avons récemment entrepris une série de recherches sur la loi du diamètre rectiligne à des températures voisines du point critique.

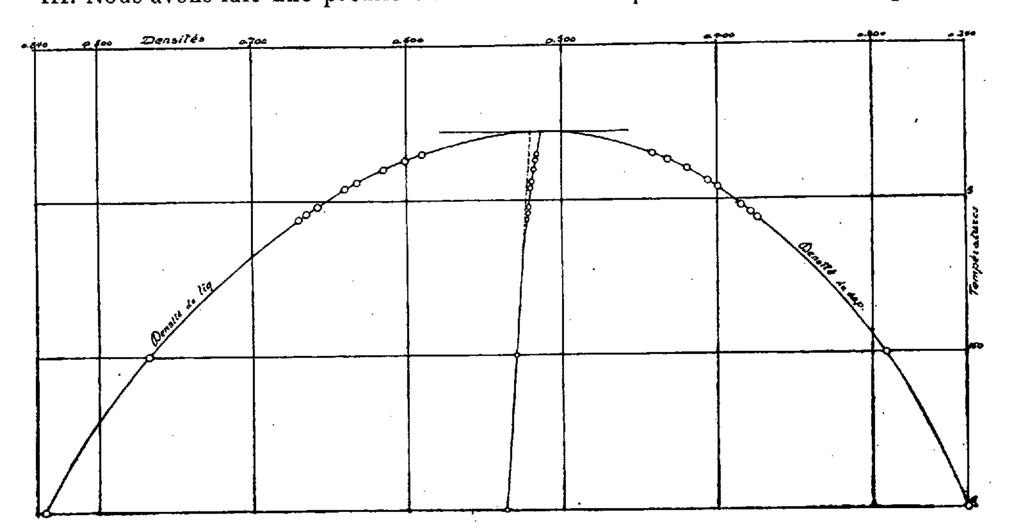
Nous publions aujourd'hui sommairement les résultats obtenus avec l'anhydride sulfureux dont les densités orthobares ont fait l'objet de belles recherches de la part de MM. Cailletet et Mathias (²).

(¹) Nos premières recherches ont été faites en 1909. — *Cf. Archives de Genève*, t. XXVIII, 1909, p. 392.

(²) *Comptes rendus*, t. 102, 1886, p. 1202.

II. Sans insister sur le détail des expériences, nous rappellerons que ces mesures ont été effectuées à l'aide de deux tubes de Natterer de construction particulière. Ces deux tubes ont été placés simultanément dans une étuve du type Ramsay-Young (modifiée par nous) à liquide bouillant sous des pressions variables (¹). Le gaz utilisé a été purifié chimiquement, puis liquéfié et distillé dans des appareils entièrement en verre soudé; toutes les précautions ont été prises lors du remplissage des tubes pour éviter la décomposition du gaz lors de la fermeture du chalumeau (congélation du gaz dans l'air liquide, dans le vide).

III. Nous avons fait une première série de mesures préliminaires sur une paire de



tubes non munis d'agitateur. Nous avons obtenu un diamètre très courbé au voisinage du point critique.

Les expériences ont été reprises sur une autre paire de tubes munis d'un agitateur électromagnétique pour annuler l'action de la pesanteur (²) et éviter les retards de vaporisation (³). Sans vouloir donner le résultat complet de nos observations sur ces deux tubes, nous dirons cependant que nous avons constaté, d'une manière générale, la grande influence de la température et de l'agitation sur l'état final (⁴).

En effectuant les mesures à température montante et en agitant la phase liquide seulement, ces deux tubes nous ont donné d'excellents résultats et nous avons toujours pu atteindre l'état final assez rapidement. La figure ci-dessus (réduction à $\frac{1}{5}$ d'une

---

(¹) L'idée de placer les deux tubes simultanément dans la même étuve est due à M. Ter Gazarian (*J. Chim. Phys.*, t. IV, 1906, p. 140).

(²) Gouy, *Comptes rendus*, t. 115, 1892, p. 720.

(³) Villard, *Comptes rendus*, t. 121, 1895, p. 115.

(⁴) Les résultats de nos observations sur ces deux tubes (environ 60 heures), ainsi que l'interprétation, feront l'objet d'un prochain Mémoire dans un autre Recueil.

figure où l'échelle était de 1^{mm} pour $\frac{1}{20}$ de degré et pour $\frac{1}{500}$ sur la densité) permet de s'en rendre compte.

Dans ces conditions, le diamètre parfaitement rectiligne jusqu'à environ 4° du point critique (car il se raccorde parfaitement avec celui de MM. Cailletet et Mathias) s'infléchit notablement [1] et à l'abscisse 157°,2 (point critique de SO^2) correspond une ordonnée 0,513 définissant la densité critique. Remarquons que l'extrapolation du *diamètre rectiligne* donnerait 0,520 pour densité critique et que cette valeur se confond avec celle de MM. Cailletet et Mathias.

IV. Nous poursuivons actuellement l'étude de ce phénomène ; nous nous réservons donc de revenir sur les causes de cette incurvation qu'on peut attribuer au dispositif expérimental utilisé ou à la conception qu'on se fait de l'état critique. Dans le premier cas, on pourrait l'attribuer à plusieurs causes parmi lesquelles nous signalerons : l'entraînement de vésicules dans la phase gazeuse qui aurait pour effet d'abaisser la densité du liquide, les faibles différences de température dans l'étuve, et enfin (bien que cela paraisse moins probable), les retards de vaporisation. Au point de vue théorique, il y aurait lieu de relier l'étude de ce phénomène à diverses considérations déduites de l'équation d'état.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une anomalie de la réfraction moléculaire dans la série des glyoximes substituées.* Note de MM. **L. Tchougaeff** et **P. Koch**, présentée par M. A. Haller.

En poursuivant l'étude de la réfraction de certains composés métallammoniés complexes, nous avons remarqué que les cobaltiaques dérivés de la diméthylglyoxime $CH^3-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-\underset{\underset{NOH}{\|}}{C}-CH$ montrent une exaltation anomale de la réfraction moléculaire. Guidés par cette observation nous avons entrepris une étude réfractométrique de quelques glyoximes bisubsti-

(1) Il y a lieu de signaler que MM. Kamerlingh Onnes et Keesom ont obtenu au voisinage du point critique un point légèrement au-dessous du diamètre rectiligne pour CO^2 (Cf. *Comm. Lab. de Leyde*, n° 104).

tuées $R' - \underset{\|}{\overset{}{C}} - \underset{\|}{C} - R''$ (NOH, NOH), et nous avons pu constater que tous les représentants de ce groupe présentent une exaltation régulière de la réfraction moléculaire. La valeur de cette exaltation qui est sensiblement constante dans la série grasse (1,30 environ pour la raie D de sodium), devient beaucoup plus considérable dans la série aromatique (dans le cas des benzildioximes).

Par contre, les dioximes de la série grasse contenant les deux groupements NOH en position β ou γ

$$CH^3 - \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} - CH^2 - \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} - CH^3 \qquad CH^3 - \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} - CH^2 - CH^2 - \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} - CH^3$$

ne présentent aucune anomalie appréciable, les valeurs de la réfraction moléculaire trouvées par expérience se confondant sensiblement avec celles prévues par la théorie.

La nature de cette anomalie est donc intimement liée à la position α de deux groupements NOH dans le système $- \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} - \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} -$, rappelant vivement l'enchaînement « conjugué » de deux liaisons éthyléniques $c = c - c = c$, de M. Thiele, ainsi que les enchaînements analogues $c = c - c \equiv c$, $c = c - c = o$, ..., qui d'après les recherches récentes de MM. Bruhl, Auwers, A. Haller, Moureu, Jocitch, Smedley [1], etc., représentent la condition fondamentale d'exaltation anomale des composés organiques. Aussi peut-on rapprocher de l'anomalie dont il vient d'être parlé celle qui a été signalée par MM. Muller et Bauer [2] pour certains composés contenant le groupement $R - \underset{\substack{\| \\ NOH}}{C} - \underset{\substack{\| \\ O}}{C} -$, la valeur de l'exaltation augmentant dans ce cas en même temps que le radical R devient plus électronégatif.

Les résultats de nos mesures qui ont été faites au moyen du réfractomètre système Pulfrich-Zeiss, sont consignés dans le Tableau ci-après. Ils se rapportent au rayon D de sodium et à la température de 20°.

Nous avons examiné les substances suivantes en solution alcoolique ou

---

(1) Voir par exemple S. Smiles, *The relations between chemical constitution and some physical properties;* London, 1910.

(2) *Journ. de Chimie physique*, t. I, 1903, p. 190.

pyridique : la méthyléthylglyoxime, la méthylpropylglyoxime, la méthylisobuthylglyoxime, l'acétylacétonedioxime, l'acétonylacétonedioxime et les benzildioximes α et β. Les valeurs de réfraction moléculaire ont été calculées d'après la formule bien connue

$$MR = M\left[\frac{n^2-1}{n^2+2}\times\frac{1}{d}\times\frac{100}{p}-\frac{n_0^2-1}{n_0^2+2}\,\frac{1}{d_0}\times\frac{100-p}{p}\right].$$

Pour le calcul des valeurs théoriques des réfractions moléculaires nous nous sommes servis des réfractions atomiques de M. Conrady, en adoptant pour la réfraction du groupement NOH la valeur 6,55 que nous avons calculée d'après les données de M. Bruhl pour un grand nombre de monoximes appartenant à la série grasse.

Formule.	Dissolvant.	Concentration p.	Réfraction moléculaire expér. MR.	Réfraction moléculaire calculée.	Exaltation Δ.
$CH^3-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-C^2H^5$	Alcool éthylique ($d_4^{20}=0,78993$)	8,4290 12,0869	35,26 35,29	34,01	+1,27
$CH^3-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-C^2H^5$	Pyridine ($d_4^{20}=0,97958$)	12,0339	35,31	34,01	+1,30
$CH^3-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-C^3H^7$ norm.	Alcool éthylique ($d_4^{20}=0,78993$)	8,4544 6,3803	39,90 40,00	38,62	+1,33
$CH^3-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-C^4H^9$ iso.	Alcool éthylique ($d_4^{20}=0,79044$)	9,0778 6,0516	44,52 44,55	43,22	+1,32
$C^6H^5-\underset{N-OH}{\underset{\|}{C}}-\underset{HO-N}{\underset{\|}{C}}-C^6H^2$ syn.	Pyridine ($d_4^{20}=0,97982$)	5,7451	71,69	68,87	2,82
$C^6H^5-\underset{HO-N}{\underset{\|}{C}}-\underset{N-OH}{\underset{\|}{C}}-C^6H^5$ anti	Pyridine ($d_4^{20}=0,97982$)	11,4155	72,32	68,87	3,45
$CH^3-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-CH^2-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-CH^3$	Pyridine ($d_4^{20}=0,97982$)	6,0555 8,0026	34,06 34,31	34,01	+0,18
$CH^3-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-CH^2-CH^2-\underset{NOH}{\underset{\|}{C}}-CH^3$	Pyridine ($d_4^{20}=0,97937$)	12,3983	38,45	38,62	−0,17

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la notion de tension d'expansibilité.* Note (1) de M. L. GAY, présentée par M. A. Haller.

Par *tension d'expansibilité* d'un fluide quelconque (corps pur ou mélange), relativement à un constituant, j'entends la tension qu'aurait ce constituant *maintenu à l'état idéal de gaz parfait* et en équilibre osmotique avec le fluide.

Si nous appliquons à ce système l'équation différentielle établie dans une Note précédente (2), entre la température et les pressions respectives de deux phases fluides en équilibre osmotique, on obtient la relation

$$d \log \pi = \frac{M}{RT}\left(\frac{\partial V}{\partial m} dP + E \frac{\partial Q}{\partial m} \frac{dT}{T}\right), \tag{1}$$

où T, P, π sont respectivement la température, la pression et la tension d'expansibilité du fluide ;

M son poids moléculaire à l'état de gaz parfait ;

$\frac{\partial V}{\partial m}$ l'accroissement de volume du fluide, pris en quantité infinie, quand on lui ajoute l'unité de masse du constituant considéré ;

$\frac{\partial Q}{\partial m}$ la chaleur absorbée dans le passage osmotique, à température constante, de cette unité de masse, du fluide dans le gaz parfait. Je l'appellerai *chaleur latente d'idéalisation du fluide*, relativement au constituant considéré.

Si la pression a une valeur ε assez faible, pour que le fluide se comporte comme un mélange de gaz parfaits, chimiquement indifférents, π tend vers εx (x étant la fraction moléculaire du constituant contenue dans une molécule totale du fluide).

En intégrant on obtient alors

$$\log \frac{\pi}{x} = \frac{M}{R} \int_{\varepsilon}^{(P,T)} \frac{1}{T}\left(\frac{\partial V}{\partial m} dP + E \frac{\partial Q}{\partial m} \frac{dT}{T}\right) + \log \varepsilon. \tag{2}$$

(1) Présentée dans la séance du 17 juillet 1911.

(2) *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 612.

Corps pur. — Alors, la relation précédente devient

$$\log \pi_0 = \frac{M}{R}\int_{\varepsilon}^{(P_1 T)} \frac{1}{T}\left(V\,dP + E\mathfrak{L}\frac{dT}{T}\right) + \log \varepsilon, \tag{3}$$

V volume spécifique, $\mathfrak{L}$ chaleur latente d'idéalisation du corps.

Pour le corps théorique, vérifiant exactement la relation de Van der Waals, le calcul donne

$$\pi_0 = \left[P + \frac{a}{(MV)^2}\right] e^{\frac{1}{RT}\left\{\left[P + \frac{a}{(MV)^2}\right]b - 2\frac{a}{MV}\right\}}, \tag{4}$$

$$EM\mathfrak{L} = RT - MV\left[P - \frac{a}{(MV)^2}\right]. \tag{5}$$

Si le corps est à l'état gazeux, on obtient en première approximation

$$\pi_0 = P - \frac{a}{(MV)^2}. \tag{6}$$

Si, au contraire, P est négligeable à côté de la pression interne (c'est généralement le cas dans l'état liquide), on a toujours en première approximation

$$\pi_0 = \frac{RT}{MV - b} e^{-\frac{2MV - b}{MV - b}}. \tag{7}$$

Si dans les équations (5) et (7) nous remplaçons $\mathfrak{L}$ et π_0 par la chaleur de vaporisation L et la tension de vapeur p_0 d'un corps réel, nous n'obtiendrons qu'une grossière approximation. Nous aurons une meilleure approximation à l'aide des relations

$$EML = M(v - V)p_0 + \frac{a}{M}\left(\frac{1}{V} - \frac{1}{v}\right), \tag{5 bis}$$

$$p_0 - \frac{a}{(Mv)^2} = \frac{RT}{MV - b} e^{-\frac{2MV - b}{MV - b}}, \tag{7 bis}$$

v volume spécifique de la vapeur saturante.

Ces équations permettent la détermination expérimentale des constantes a et b.

Mélanges. — Soient, dans un mélange fluide, certains constituants réagissant chimiquement selon la réaction

$$aA + bB + \ldots \rightleftharpoons nN + oO + \ldots.$$

De la relation (1) on tire aisément

$$d(\Sigma a \log \pi_A - \Sigma n \log \pi_N) = \frac{E\mathfrak{Q}}{RT^2} dT,$$

Q chaleur dégagée dans la réaction

$$aA + bB + \ldots \rightarrow nN + oO + \ldots$$

effectuée, sous pression constante, entre les constituants à l'état de gaz parfaits.

La loi de Guldberg et Waage s'applique donc à tout mélange fluide, au moins quant aux tensions d'expansibilité.

Des équations (2) et (3) résulte la relation

$$\log n = \log(r_0 x) = \frac{M}{R} \int_{\varepsilon}^{(P,T)} \frac{1}{T} \left[\left(\frac{\partial V}{\partial m} - V \right) dP + \frac{\partial q}{\partial m} \frac{dT}{T} \right],$$

$\frac{\partial q}{\partial m}$ chaleur de dilution du constituant dans le mélange.

D'où, pour un mélange de corps normaux ne réagissant pas chimiquement et pris dans le voisinage de leur limite de compressibilité ([1]),

$$\pi = \pi_0 x.$$

La règle de Linebarger-Zawidzki s'applique donc aux tensions d'expansibilité.

Elle ne s'applique aux tensions de vapeur p qu'autant que la vapeur suit les lois des gaz. Sinon, il faut *diminuer* p de $\frac{a}{(Mv)^2}$ ([2]).

Si le mélange est dans le voisinage de sa limite de compressibilité, mais non le constituant, on a toujours

$$\pi = kx.$$

Mais on démontre que *k est très nettement supérieur à* π_0.

Cela explique pourquoi, dans les solutions de CO^2, Dolezalek trouve $\frac{p}{x}$ supérieur à p_0.

([1]) Voir la Note déjà citée.

([2]) Dolezalek (*Zeits. f. ph. Ch.*, t. LXXI, 1910, p. 191) *augmente* au contraire p de cette même quantité.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude du rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz.* Note (¹) de M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

Ladenburg (1904), Küch et Retschinsky (1906), Buisson et Fabry (1911) ont mesuré par des méthodes physiques l'énergie du rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz.

Nous avons entrepris l'étude de ce rayonnement ultraviolet par une série de réactions photochimiques.

Nous présentons aujourd'hui les résultats sur l'influence du régime électrique des lampes à mercure.

Les réactions chimiques employées pour suivre le rayonnement ultraviolet doivent satisfaire aux conditions suivantes : 1° être bien plus sensibles aux rayons ultraviolets extrêmes ($\lambda < 3022$), qu'aux rayons visibles et ultraviolets > 3022 ; 2° se produire avec une vitesse assez grande et bien régulière ; 3° pouvoir être mesurées avec une précision suffisante.

Nous avons choisi les réactions suivantes :

1° Dissociation de HCl pur et sec ; cette réaction est produite exclusivement par les rayons ultraviolets extrêmes de $\lambda < 2800$; en mesurant après 5 ou 10 minutes le degré de dissociation de HCl, on obtient une donnée très exacte sur l'intensité du rayonnement ultraviolet.

2° Décomposition de l'eau oxygénée en solution pure dans l'eau distillée ; cette réaction se produit 10 fois plus lentement lorsqu'on interpose entre la lampe et le vase un écran de verre blanc de 1^{mm} d'épaisseur.

3° Apparition d'acides dans une solution de saccharose ; on mesure la concentration en ions H par la méthode électrométrique avec électrode à hydrogène. Un écran de verre ralentit la réaction 15 à 20 fois.

4° Décomposition de KJ en présence d'acide sulfurique. Un écran de verre ralentit la réaction de 4 à 5 fois.

5° Action sur le papier au citrate d'argent ; si l'on fait des échelles de teintes correspondant à des durées d'exposition croissantes, d'après les méthodes employées en sensitométrie, on arrive facilement à avoir des mesures avec des écarts ne dépassant par 5 pour 100. Un écran de verre ralentit la réaction de 8 fois.

6° Action sur une émulsion de coli ; 100^{cm^3} d'une émulsion de coli sont placés dans une capsule en porcelaine forme creuset de 6^{cm} de diamètre, le fond de la capsule étant à 20^{cm} de la lampe ; un écran de verre augmente la durée de stérilisation de 1000 à 2000 fois.

(¹) Présentée dans la séance du 17 juillet 1911.

Enfin nous avons mesuré au spectrophotomètre l'intensité de cinq régions du spectre visible de la lampe à mercure : rouge $\lambda = 6123$ et 6073, jaune 5790 et 5769, vert 5460, bleu 4358 et violet 4046.

Toutes ces réactions ont été faites pour deux lampes à mercure en quartz, du modèle Westinghouse 110 volts et 220 volts, ayant, la première, un tube lumineux de 60^{mm} et une boule de condensation de 45^{mm} de diamètre au-dessus du pôle +, recouverte d'un capuchon en amiante pour modérer le refroidissement; la seconde, avec un tube lumineux de 130^{mm} et une boule de condensation de 45^{mm}, sans capuchon d'amiante. Une résistance variable permettait d'allumer ces lampes à des régimes différents. On attendait chaque fois au moins 30 minutes avant de faire les mesures; de plus, pour les régimes poussés, on laissait la lampe brûler au moins pendant 15 heures.

Dans la Note présente, nous donnons les résultats des mesures sur le citrate d'argent, sur l'iodure de potassium, sur le coli et au spectrophotomètre.

Dans les Tableaux suivants, les activités sur le citrate sont représentées par les inverses des durées nécessaires pour obtenir une certaine teinte type. Le premier nombre est un nombre arbitraire. Pour le coli, nous indiquons la durée de stérilisation à 20^{cm} de distance et puis l'activité bactéricide obtenue en divisant un nombre arbitraire 1500 par la durée de stérilisation. Pour l'action sur KI, les nombres indiquent combien de millièmes de milligramme d'iode sont mis en liberté après 30 secondes.

Lampe à 110 volts.

				Coli.		Spectrophotomètre.				
Volts.	Ampères.	Watts.	Citrate.	Durée de stérilisation.	Activité bactéricide.	Rouge 6123.	Jaune 5790.	Vert 5460.	Bleu 4358.	Violet 4046.
23....	2,3	52,9	8	300^{sec}	5	»	»	»	»	»
31....	2,75	85,2	16	»	»	1	1	1	1	1
35....	2,9	101,5	20	120	12,5	»	»	»	»	»
44....	3,0	132	40	»	»	2,80	2,83	2,15	1,86	2,30
50....	3,0	150	50	40	37,5	»	»	»	»	»
59....	3,25	192	80	30	50	12,8	10,52	6,17	4,99	6,34
66....	3,35	221	110	20	75	»	»	»	»	»
73....	3,4	248	168	»	»	»	»	»	»	»
78....	3,45	279	300	10	150	21,1	18,9	8,87	7,35	6,67
90....	3,5	315	400	8	190	»	»	»	»	»

Lampe à 220 volts.

Volts.	Ampères.	Watts.	Citrate.	Coli. Durée de stérilisation.	Coli. Activité bactéricide.	K. I.	Spectrophotomètre. Rouge.	Jaune.	Vert.	Bleu.
37...	2,6	96,2	25	60sec	25	25	0,22	0,32	0,43	0,40
48...	3,3	158	37,5	40	37,5	30	»	»	»	»
54...	3,4	184	58	»	»	52,5	»	»	»	»
60...	3,5	210	90	20	75	»	2,09	1,63	1,34	1,50
72...	3,75	270	185	10	150	105	»	»	»	»
76...	3,9	296	235	»	»	140	»	»	»	»
86...	4,2	361	350	5	300	210	8,51	6,20	3,68	3,41
100...	4,2	420	550	3	500	315	»	»	»	»
107...	4,3	460	730	»	»	»	»	»	»	»
111...	4,4	488	850	»	»	420	»	»	»	»
119...	4,55	541	1000	2	750	480	»	»	»	»
140...	4,7	658	1700	1	1500	600	»	»	»	»

L'examen des deux Tableaux précédents montre que :

1° Le rayonnement ultraviolet d'une lampe brûlant dans l'air augmente extrêmement vite lorsqu'on élève son régime électrique. Cette augmentation est particulièrement rapide au-dessus de 200 watts. Ainsi une lampe à 110 volts au régime faible stérilise seulement en 300 secondes et au régime élevé stérilise déjà en 8 secondes. De même, une lampe à 220 volts brûlant dans l'air stérilise au régime électrique faible seulement en 60 secondes et au régime fort la destruction du coli est produite déjà en 1 seconde.

2° L'action sur le citrate d'argent est absolument parallèle à l'action bactéricide des rayons émis par une lampe; on peut donc, dans les applications à la stérilisation, contrôler le rendement en ultraviolet d'une lampe à mercure par la réaction sur le citrate d'argent.

3° La réaction sur l'iodure de potassium croît plus lentement que celle sur le citrate et sur le coli.

4° L'intensité des raies jaunes 5790 et 5769 croît bien plus vite que celle des raies verte et bleue (résultat déjà obtenu par Küch et Retschinsky et par Pflüger); l'activité des rayons de la lampe sur le citrate et sur le coli croît à peu près aussi vite que l'intensité des raies jaunes, ce qui montre que le rayonnement ultraviolet extrême augmente bien plus vite que le rayonnement visible total de la lampe.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la chaleur latente de fusion et la chaleur spécifique des acides gras.* Note de MM. **G. Massol** et **A. Faucon**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note précédente (¹) nous avons indiqué les anomalies que présentent les chaleurs spécifiques de l'acide propionique à l'état solide et à l'état liquide, et montré que la chaleur latente de fusion de cet acide, prise même après 3 heures de solidification, est toujours inférieure à la chaleur latente calculée d'après les relations de Raoult-Van 't Hoff et de De Forcrand.

L'acide formique et l'acide acétique avaient donné des résultats analogues; nous nous sommes adressés à un acide à poids moléculaire plus élevé : l'acide laurique (*p. m.* = 200). Nos déterminations ont été faites avec un acide pur de Kahlbaum dont la température de fusion était de 42°,7 et qui, après dessiccation et plusieurs cristallisations par fusion, s'est élevée à 43°,62.

Chaleur spécifique à l'état solide. — Nous avons obtenu :

C_s = 0,388 à la température moyenne de — 22°,4 (moyenne de 12 expériences);
0,430 » 0° (» 13 »);
0,540 » + 34°,8 (» 10 »).

La chaleur spécifique augmente rapidement à mesure que la température s'élève et que l'on s'approche du point de fusion ; la chaleur spécifique à l'état solide peut même devenir supérieure à celle du liquide.

Chaleur spécifique à l'état liquide. — Nous avons trouvé :

C_e = 0,515 à la température moyenne de + 57°,25 (moyenne de 4 expériences),

nombre très voisin de celui donné par les Tables de Landolt, 0,521 à la température moyenne de + 49°.

Chaleur latente de fusion. — Nous avons déterminé la chaleur de fusion en partant de l'acide solide renfermé dans un tube en platine et fondu dans l'eau du calorimètre maintenue à la température de 54° à 55° C. Les nombres obtenus dans une série d'expériences très concordantes ont donné, pour 1^g,

$$C_f = 46^{\text{Cal}},68.$$

Eykman (²) avait obtenu, par la relation de Raoult-Van 't Hoff, $44^{\text{Cal}},9$; d'autre part,

(¹) Massol et Faucon, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 345.
(²) Eykman, *Zeit. f. phys. Chem.*, t. III, 1889, p. 209.

expérimentalement, Stohmann et Wilsing [1] ont trouvé $43^{Cal},7$; ces nombres sont suffisamment concordants.

Chaleur latente de solidification. — Inversement, en plongeant le tube de platine renfermant l'acide fondu dans l'eau du calorimètre maintenue à une température inférieure à celle de la fusion, nous avons trouvé comme moyenne de plusieurs expériences $37^{Cal},42$, nombre notablement inférieur à la chaleur de fusion et qui montre que pendant la durée de l'expérience calorimétrique l'acide ne reprend pas complètement son état primitif.

Cependant, si l'on suit la marche du thermomètre calorimétrique, on constate que la solidification se fait rapidement, que la chaleur latente est cédée brusquement et qu'ensuite le thermomètre reste stationnaire pendant un temps relativement assez long (40 à 50 minutes).

L'écart ainsi trouvé entre les chaleurs latentes de fusion et de solidification est de $9^{Cal},26$. Cette différence, considérable pour un acide très pur, présentant au moment de sa solidification un aspect nettement cristallisé, s'accroît lorsque des substances étrangères souillent l'acide. Dans ce cas, il ne cristallise plus sous forme de belles aiguilles translucides, mais sous forme de petits cristaux opaques à l'aspect porcelané. On constate, de plus, une augmentation de l'intervalle de température qui précède et suit le point réel de solidification et pendant lequel se produisent des modifications progressives dans son état physique.

L'acide laurique, et en général les acides gras que nous avons étudiés, même purifiés avec le plus grand soin et conservés solides pendant un temps plus ou moins long, suivant leur température de fusion, présentent les caractères des corps solides étudiés par Tammann et ses élèves. Ceux-ci semblent formés, en proportions variables, du solide nettement cristallisé, dont les propriétés physiques varient brusquement au point de fusion, et du *solide amorphe*, dont les propriétés physiques varient d'une façon continue depuis l'état liquide jusqu'à l'état parfaitement solide.

Ce qui précède explique également un autre fait considéré souvent comme exceptionnel, mais qui cependant nous paraît présenter un caractère fort général. Pour les acides gras, et pour bien d'autres substances encore, la chaleur spécifique à l'état solide devient, aux environs du point de fusion, supérieure à la chaleur spécifique du même corps pris à l'état liquide. Cet écart s'accentue lorsqu'on effectue les mesures sur un corps récemment solidifié, ayant conservé une partie de sa chaleur latente de fusion.

(1) Stohmann et Wilsing, *J. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. XXXII, p. 80.

C'est que la chaleur spécifique d'un tel solide est, pour la partie *amorphe*, de l'ordre de la chaleur spécifique du corps liquide et que, d'autre part, on fournit au corps, sous le nom de *chaleur spécifique*, une quantité indéterminée de chaleur latente de fusion.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure du thionyle sur les oxydes métalliques.* Note de MM. **G. Darzens** et **F. Bourion**, présentée par M. A. Haller.

Dans une série de Communications précédentes, l'un de nous a montré, soit en collaboration avec M. Matignon [1], soit seul [2], qu'on pouvait préparer commodément les chlorures anhydres, par action du mélange de chlore et de bichlorure de soufre, ou du seul protochlorure de soufre sur les oxydes métalliques chauffés à des températures convenables. L'un de nous a également montré [3] que le chlorure de thionyle permettait de préparer avec une grande facilité des dérivés chlorés en Chimie organique, à partir des alcools correspondants.

Il était naturel de voir comment se comporterait le chlorure de thionyle $SOCl^2$ vis-à-vis des chlorures métalliques.

Nous remarquerons toutefois que l'intérêt de ces recherches se trouve limité principalement aux températures inférieures à 440°, car au-dessus de cette température, le chlorure de thionyle éprouve une décomposition totale [4] correspondant à l'équation

$$4SOCl^2 = 2SO^2 + 3Cl^2 + S^2Cl^2.$$

Nous avons d'ailleurs constaté, que dans les conditions où l'on fait l'attaque des oxydes par le chlorure de thionyle, cette décomposition n'est pas totale, et que, au-dessous de 440°, elle n'est pas appréciable : dans ce dernier cas, le chlorure de thionyle intervient donc seul dans les réactions.

Pour ces recherches, nous avons utilisé l'appareil qui a été décrit dans l'étude de l'action chlorurante du protochlorure de soufre : ce dernier réactif est remplacé par le chlorure de thionyle dans le ballon à distiller.

---

(1) C. Matignon et F. Bourion, *Comptes rendus*, t. 138, 1905, p. 631 et 760.

(2) F. Bourion, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 62, et t. 148, 1909, p. 170; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XX, p. 547, et t. XXI, 1910, p. 49.

(3) G. Darzens, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1314.

(4) Heumann et Köchlin, *Ber. chem. Gesell.*, t. XVI, 1883, p. 1625.

Avec les oxydes susceptibles de donner des produits volatils, l'étude a porté sur les acides vanadique, tungstique et titanique, et les oxydes de thorium, de zirconium et de chrome; sur l'oxyde de lanthane, la samarine et la gadoline, mise à notre disposition par M. G. Urbain, pour les oxydes dont les chlorures sont fixes.

Nous avons d'abord observé que, à des températures inférieures à 400°, le chlorure de thionyle se comporte très sensiblement comme le mélange de chlore et de bichlorure de soufre.

On sait que l'anhydride vanadique V^2O^5 est attaqué par le mélange de chlore et de bichlorure de soufre, au voisinage de la température ordinaire; nous avons constaté de même que, dès la température de 50°, cet acide est transformé lentement en oxychlorure $VOCl^3$, par le chlorure de thionyle; la vitesse d'attaque est accrue notablement quand on chauffe de 150° à 200°.

L'acide tungstique TuO^3 est déjà attaqué à 150° par le chlorure de thionyle, comme par le mélange de chlore et de bichlorure de soufre : la réaction s'accélère par élévation de la température; il y a production des deux oxychlorures $TuOCl^4$ et TuO^2Cl^2; à basse température, c'est le premier qui domine; à température élevée, c'est l'oxychlorure TuO^2Cl^2 qui est le plus abondant; en aucun cas, il n'a été possible de transformer les oxychlorures en chlorure $TuCl^6$, en les chauffant avec un excès de réactif chlorurant.

La thorine ThO^2 est attaquée au-dessus de 400°; en achevant la réaction au rouge, on obtient un chlorure $ThCl^4$ parfaitement pur et exempt d'oxychlorure (Cl pour 100 : observé 38,76; calculé 38,92).

De même le zircone ZrO^2 et l'oxyde chromique Cr^2O^3 sont attaqués au-dessous de 400°; on les transforme totalement en chlorures correspondants $ZrCl^4$ et $CrCl^3$, par élévation de température.

L'acide titanique TiO^2 donne naissance à un produit jaune solide, qui a les propriétés du chlorosulfure de titane $(TiCl^4)^2$, SCl^4 obtenu avec le mélange de chlorure et de bichlorure de soufre, et auquel il paraît être identique : nous en poursuivons l'étude.

Les trois oxydes de terres rares examinés, de lanthane, de samarium et de gadolinium, provenaient de la calcination de leurs oxalates. L'opération a été conduite comme avec le protochlorure de soufre; on n'a pas observé d'incandescence au début de l'attaque.

Les oxydes de lanthane La^2O^3, et de samarium Sm^2O^3, ont donné les chlorures correspondants très purs, $LaCl^3$ blanc et $SmCl^3$ jaune. (Lanthane, Cl pour 100 : observé 43,30; calculé 43,38. Samarium, Cl pour 100 : observé 41,35; calculé 41,46.)

Mais nous n'avons pas réussi, dans deux essais successifs, à obtenir le chlorure de gadolinium sans oxychlorure (Cl pour 100 : calculé pour $GdCl^3$, 40,37; observé 39,40, soit un déficit relatif de 2,4 pour 100).

En résumé, dans l'ensemble des cas étudiés, le chlorure de thionyle se comporte comme un agent chlorurant voisin du mélange de chlore et de bichlorure de soufre, tant par la nature des produits obtenus, que par les

vitesses de transformations et les températures auxquelles commencent les réactions.

On comprend aisément qu'il en soit ainsi, en comparant les équations thermiques de chloruration d'un oxyde MO correspondant à un élément M divalent, par le chlorure de thionyle, par le mélange de chlore et de bichlorure de soufre, et par le protochlorure de soufre :

$$(1)\quad 4SOCl^2 + 4MO = 4MCl^2 + 4SO^2 + 4(q_{ch} - q_0) + 114^{cal},$$

$$(2)\quad S^2Cl^2 + 3Cl^2 + LMO = 4MCl^2 + 2SO^2 + 4(q_{ch} - q_0) + 122^{cal},4,$$

$$(3)\quad 4S^2Cl^2 + 4MO = 4MCl^2 + 2SO^2 + 6S + (q_{ch} - q_0) + 74^{cal},4$$

(q_{ch} chaleur de formation du chlorure, q_0 celle de l'oxyde).

On voit ainsi que les dégagements de chaleur qui accompagnent les réactions (1) et (2) sont voisines, mais diffèrent sensiblement de celui de la réaction (3) relative au protochlorure de soufre.

Toutefois, l'intérêt du chlorure de thionyle comme agent chlorurant est manifestement inférieur à celui qu'offrent soit le mélange de chlore et de bichlorure de soufre, soit le seul protochlorure de soufre, car :

1° Au-dessus de 440°, le chlorure de thionyle se décompose ; parmi les produits de décomposition apparaissent le chlore et le chlorure de soufre ;

2° Le chlorure de thionyle est plus difficile à préparer que le chlorure de soufre ;

3° Pour les opérations analytiques, il est nécessaire de débarrasser rigoureusement le chlorure de thionyle des produits phosphorés ayant servi à le préparer, parce que ceux-ci, en se décomposant par l'eau, donnent de l'acide phosphorique qui se comporte comme une matière fixe.

CHIMIE. — *Sur l'extration des gaz du cuivre par réaction chimique et sur le dosage de l'oxygène.* Note (¹) de M. **Marcel Guichard**, transmise par M. H. Le Chatelier.

L'élimination des gaz du cuivre par la chaleur seule, dans le vide, ne peut donner, comme je l'ai montré (²), qu'une idée très imparfaite de la teneur du métal en gaz. J'ai cherché à faire, dans un appareil entièrement clos, des réactions chimiques dans lesquelles, le cuivre, se transformant en une

(¹) Présentée dans la séance du 17 juillet 1911.

(²) *Comptes rendus*, t. 153, 10 juillet 1911, p. 104.

combinaison pourrait alors plus complètement se séparer des gaz dissous.

Un essai préliminaire a montré que l'iode ne donne, par plusieurs sublimations, qu'une quantité de gaz de $0^{cm^3},45$ pour 100^g.

On a alors disposé un appareil entièrement en verre soudé, comprenant une trompe, une jauge, un tube desséchant, un tube à ampoules; une des ampoules contient 9^g de fil de cuivre de $\frac{3}{10}$ de millimètre; une autre ampoule renferme 30^g d'iode pur et sec. Le vide étant obtenu à $0^{mm},03$, on chauffe le cuivre, puis on sublime lentement l'iode, de façon qu'il vienne se combiner au métal, et le transformer en iodure cuivreux sublimable.

L'ioduration terminée, on constate qu'il s'est dégagé 22^{cm^3} de gaz pour 100^g de métal, soit deux fois le volume du cuivre. Ce cuivre n'avait pas été maintenu plusieurs heures dans le vide, avant l'ioduration. Le gaz recueilli représente donc la totalité de ce qui était dissous dans le métal, moins ce qui a pu être retenu par l'iodure cuivreux formé.

Cet échantillon de cuivre, employé à doser l'oxygène, par absorption sous forme d'iodure cuivreux, aurait donné une erreur de 0,002 en volume.

D'autres essais d'extraction des gaz du cuivre sont basés sur l'oxydation du métal.

Un appareil complètement en verre comprend une trompe, une jauge, un manomètre, un tube desséchant, un tube contenant le cuivre, un autre renfermant du chlorate de potasse pur.

On commence par faire le vide dans tout l'appareil; on chauffe alors pendant un certain temps le cuivre à 600°, pour extraire une portion des gaz qu'il renferme. On le laisse refroidir. On chauffe le chlorate de potasse, de façon à le fondre, puis à le décomposer en partie, sous basse pression. Cette opération a pour but d'éliminer les gaz dissous dans ce chlorate. On refait ensuite le vide, puis on dégage, de nouveau, du chlorate une certaine quantité d'oxygène, produisant dans l'appareil une pression qu'on détermine. On chauffe alors le cuivre qui absorbe l'oxygène; la pression baisse, passe par un minimum qui correspond à l'absorption de tout l'oxygène, puis cette pression croît très lentement par suite du dégagement des gaz provenant de la portion non oxydée du cuivre. On laisse refroidir le métal et l'on détermine à la jauge la pression du gaz résiduel inabsorbable. On mesure le volume de tout l'appareil pour calculer le volume de ce gaz résiduel.

Voici les résultats de trois expériences :

I. Cuivre (*c*) électrolytique en tournure; poids $9^g,01$, chauffé à 600°, durant 4^h40^m, dans le vide, il donne alors $0^{cm^3},06$ de gaz par heure. On dégage 89^{cm^3} d'oxygène en suivant les indications données ci-dessus. Le cuivre chauffé ensuite 5 heures à 450° donne de l'oxyde cuivreux et la pression minima indique un volume de gaz résiduels de $0^{cm^3},6$. En 5 heures, le cuivre chauffé seul aurait dégagé au plus $0^{cm^3},3$; la portion

oxydée de métal, soit $1^g,02$, a donc dégagé, en outre, $0^{cm^3},3$ de gaz. L'oxydation de 100^g de ce cuivre dégagerait par suite 30^{cm^3} de gaz, tandis que la chaleur seule dégagerait de ce même poids au plus $0^{cm^3},6$ de gaz par heure.

L'absorption de l'oxygène s'est faite ici avec une erreur de 0,006 en volume.

Le volume de 30^{cm^3} de gaz dégagés du cuivre par oxydation est à rapprocher du volume de 22^{cm^3} tiré par ioduration d'un autre échantillon.

Ces deux métaux n'avaient pas été, au préalable, maintenus très longtemps dans le vide, à température élevée. Il en est autrement dans les exemples suivants :

II. Fil de cuivre (a) électrolytique de $\frac{1}{10}$ de millimètre; poids 16^g, chauffé à 600°, durant 14 heures, il ne donne plus ensuite que $0^{cm^3},009$ de gaz pour 100^g, par heure. On dégage 348^{cm^3} d'oxygène du chlorate. Après 3 heures, le métal, porté à 550°, laisse $0^{cm^3},14$ inabsorbables. En 3 heures, le cuivre chauffé seul aurait donné au plus $0^{cm^3},027$ de gaz; la partie oxydée du cuivre a donc fourni $0^{cm^3},12$, ou 3^{cm^3} pour 100^g.

Ce métal avait donc été, grâce à sa grande surface et à la durée de la chauffe préalable, dans le vide, plus efficacement privé de gaz que les précédents. L'absorption de l'oxygène s'est faite ici avec une erreur de 0,0004 en volume.

III. Toile de cuivre en fil de $\frac{3}{10}$ de millimètre; poids 20^g. Elle fut chauffée à 600° pendant 184 heures, sous très basse pression, et donna alors à 600°, par heure, une moyenne de $0^{cm^3},001$ de gaz. On dégage du chlorate $224^{cm^3},3$ d'oxygène. Après 3 heures, le cuivre porté à 500° laisse $0^{cm^3},079$ inabsorbables. En 3 heures, le métal chauffé seul aurait dégagé au plus, pour 100^g, $0^{cm^3},015$. La portion oxydée du cuivre a donc fourni, pour 100^g, $0^{cm^3},38$ de gaz. L'absorption de l'oxygène s'est faite ici avec une erreur de 0,0003 en volume.

Dans ces expériences d'absorption de l'oxygène, l'erreur due aux gaz du verre chauffé est rendue négligeable du fait que le cuivre et le tube qui le renferme ont été chauffés dans le vide durant plusieurs heures avant l'expérience [1].

D'autre part, j'ai admis qu'en prenant les précautions indiquées, l'oxygène du chlorate est pur. La démonstration de cette pureté exige des expériences délicates. Les derniers résultats donnés ci-dessus montrent que les impuretés de cet oxygène ne peuvent être qu'en proportion extrêmement faible.

Mes expériences établissent donc que le cuivre industriel peut contenir

(1) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 438.

des gaz dissous, en quantités susceptibles de fausser de plusieurs millièmes les dosages d'oxygène faits avec ce métal.

On peut améliorer les résultats en prenant un métal à grande surface qu'on chauffe au préalable dans le vide à 600°, pendant très longtemps. Je donne la préférence au fil de cuivre de $\frac{1}{10}$ de millimètre au plus, dont la surface est facile à nettoyer à l'émeri.

Dans ces conditions, on peut espérer abaisser l'erreur, dans les dosages de l'oxygène, à quelques dix-millièmes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation catalytique de quelques cétohydrofuranes substitués.* Note de M. **Georges Dupont**, présentée par M. A. Haller.

I. Dans une Note récente (¹) j'ai indiqué la production du *tétraméthyl-cétohydrofurane* par l'isomérisation catalytique de la pinacone acétylénique à l'aide d'une solution étendue de sulfate mercurique. J'ai essayé d'étendre, aux autres γ-glycols acétyléniques, ce procédé d'isomérisation d'après l'équation générale suivante :

$$\begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>\!COH-C\equiv C-COH\!<\!\!\begin{matrix}R\\R'\end{matrix} = \begin{matrix} & \beta & & \beta' & \\ & CO & - & CH^2 & \\ \begin{matrix}R\\R'\end{matrix}\!\!>\!C_{\alpha} & & & & {}_{\alpha'}C\!<\!\!\begin{matrix}R\\R'\end{matrix} \\ & \diagdown & O & \diagup & \end{matrix}$$

Il résulte des essais résumés dans cette Note que la réaction, très rapide et quantitative lorsque R, R' sont des radicaux saturés gras peu élevés, devient lente et se complique de réactions secondaires pour des radicaux plus élevés, non saturés ou aromatiques; en outre elle semble plus aisée pour les glycols tertiaires que pour les secondaires. J'ai pu préparer par cette méthode les dérivés suivants :

1° *Diméthyl-αα'-cétohydrofurane.* — Ce corps se produit, avec un bon rendement, par isomérisation du *diéthanal-acétylène.* C'est un liquide très fluide, assez soluble dans l'eau, à odeur forte. Il bout à 143°; $n_D = 1,4267$; $D_{15} = 0,9894$; $R_M = 29,557$ (calculé 29,486).

Ce corps réduit la liqueur de Fehling, ce que ne font pas les autres

(¹) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1486.

dérivés que j'ai pu préparer; il donne une *semicarbazone* fondant à 168°-170°.

2° Le *diméthyl-αα'-diéthyl-αα'-cétohydrofurane* s'obtient, avec un rendement sensiblement quantitatif, à partir du *di-méthyléthylcétone-acétylène*. C'est un liquide fluide, incolore, à odeur forte, bouillant à 192°; $n_D = 1,4368$; $D_{15} = 0,9317$; $R_M = 47,782$ (calculé 47,898). Il donne une *semicarbazone* fondant à 136°-138°.

3° Le *tétraéthyl-αα'-cétohydrofurane* se produit, déjà moins rapidement que les précédents, par isomérisation du *di-propione-acétylène*. C'est un liquide fluide, incolore, bouillant à 110° sous 18^{mm}; $n_D = 1,4486$; $D_{24} = 0,9275$; $R_M = 57,230$ (calculé 57,104).

4° Le *di-pentaméthylène-αα'-cétohydrofurane* :

```
                      CO — CH²
      CH²    CH²|          |   CH²     CH²
CH²<             >C        C<              >CH²
      CH²    CH²     \  /      CH²     CH²
                      O
```

ne se forme plus que très lentement par isomérisation du *di-cyclohexanone-acétylène*. C'est un liquide fluide incolore, bouillant à 152°-154° sous 18^{mm}; $n_D = 1,4904$; $D_{24°} = 1,0268$; $R_M = 62,540$ (calculé 62,106). Il donne une *semicarbazone* fusible à 216°.

5° Le *di-isobutyl-αα'-cétohydrofurane* s'obtient, toujours souillé d'une petite quantité de produits secondaires, par isomérisation du *di-isovaléral-acétylène*. C'est un liquide jaunâtre bouillant à 112°-114° sous 15^{mm}; $n_D = 1,4385$; $D_{24} = 0,9066$; $R_M = 57,387$ (calculé 57,104).

II. *Mécanisme de l'isomérisation.* — Il semble logique d'admettre que cette isomérisation se fait en deux phases : 1° hydratation de la triple liaison suivant la réaction de Kutscherow; 2° déshydratation, qu'on sait très aisée, du γ-glycol ainsi formé.

Cette hypothèse semble en contradiction avec le fait suivant : dans la plupart des cas et dans certaines conditions, la réaction est accompagnée d'une précipitation abondante de paillettes cristallines jaunes. J'ai étudié ce précipité dans le cas du *diméthylcétohydrofurane* et j'ai été amené à lui attribuer la formule $(SO^4Hg^2O)^6C^6H^6$. Ce corps est celui qu'on pour-

rait s'attendre à obtenir normalement par l'action du réactif de Denigès (solution sulfurique de sulfate mercurique) sur les deux fonctions alcooliques du glycol acétylénique.

Le réactif de Denigès m'a en effet donné le même précipité, mais à l'état pulvérulent. J'ai pu également, à partir de la pinacone ordinaire, obtenir le précipité répondant à la formule $(SO^4Hg^2O)^6C^6H^{10}$.

On est donc amené à penser que, dans la réaction d'isomérisation que nous étudions, les fonctions alcooliques entrent tout d'abord en jeu. Cette combinaison doit jouer un rôle dans l'hydratation de la triple liaison, car cette hydratation est beaucoup plus rapide que dans le cas général.

III. Dans le courant de cette étude, j'ai été amené à préparer, par la méthode de Jotsitch, un certain nombre de γ-glycols acétyléniques nouveaux dont voici les constantes physiques :

1° Le *di-acroléine-acétylène :*

$$CH^2{=}CH-CHOH-C{\equiv}C-CHOH-CH{=}CH^2,$$

liquide jaune, très visqueux, assez instable, bout à 146° sous 15^mm^. Il fixe aisément 4^at^ de brome. $D_{24}=1,0341$; $n_D=1,5040$; $R_M=39,515$ (calc. 39,30).

2° Le *di-crotonal-acétylène :*

$$CH^3-CH{=}CH-CHOH-C{\equiv}C-CHOH-CH{=}CH-CH^3,$$

fond à 90°-92° et donne un *tétrabromure* fondant à 137°.

3° Le *di-isovaléral-acétylène :*

$$(CH^3)^2{=}CH-CH^2-CHOH-C{\equiv}C-CHOH-CH^2-CH{=}(CH^3)^2,$$

est un liquide jaune, très visqueux, bouillant à 158°-160° sous 15^{mm}; $n_D=1,4614$; $D_{24}=0,92475$; $R_M=58,797$ (calc. 58,495).

4° Le *di-butyrone-acétylène :*

$$(C^3H^7)^2{=}COH-C{\equiv}C-COH{=}(C^3H^7)^2,$$

cristallisant en très belles paillettes nacrées, fond à 120°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nitration des ortho-, méta- et para-nitrobenzoyl-p-anisidines.* Note de M. **Frédéric Reverdin**, présentée par M. A. Haller.

On sait que, lorsqu'on nitre les dérivés benzoylés de l'aminophénol ou de la *p*-anisidine, il entre souvent un groupe *nitro* dans le résidu *benzoyle*. On pouvait donc se demander si un groupe *nitro* préexistant dans le résidu du *benzoyle* faciliterait en particulier la formation des dérivés les plus nitrés et si la position de ce groupe aurait une influence sur la nature des dérivés formés.

Les trois nitrobenzoyl-*p*-anisidines ont été préparés dans ce but, en faisant, pour l'ortho- et la méta-, réagir les chlorures correspondants sur la solution alcoolique de *p*-anisidine en présence d'acétate de soude et pour la para- en mélangeant simplement les solutions dans l'éther du chlorure et de la *p*-anisidine : le chlorure de *p*-nitrobenzoyle se transformant en effet trop facilement en éther de l'acide *p*-nitrobenzoïque sous l'influence de l'alcool. Les trois composés en question cristallisent en aiguilles jaunes et plus ou moins verdâtres ; le dérivé ortho- fond à 170°, le *méta* à 174°,5 et le *para* à 197°.

La nitration, faite avec les acides nitriques de $D = 1,52$ et $1,4$ seuls ou en présence d'acide acétique, a donné lieu, suivant les conditions, à la formation de dérivés *mononitrés* dans le noyau (orange), *dinitrés* (jaune citron à jaune pâle) et *trinitrés* (blancs). La constitution de ces divers produits a été établi par l'examen des substances qui résultent de leur saponification.

Les trois combinaisons isomères ont fourni des produits semblables quant à la position des groupes *nitro* du noyau, produits qui sont des dérivés de la *mononitro*-3, de la *dinitro*-2.3 et de la *trinitro*-2.3.6-*p-anisidine:*

OCH^3, NO^2, NH^2 — OCH^3, NO^2, NO^2, NH^2 — OCH^3, NO^2, NO^2, NO^2, NH^2

Si l'on compare ces essais avec ceux qui ont été faits précédemment, dans les mêmes conditions, avec la benzoyl-*p*-anisidine, on constate que, dans la nitration des nitrobenzoyl-*p*-anisidines avec l'acide nitrique de $D = 1,52$, on obtient directement, en quantités plus ou moins grandes,

les dérivées *trinitrées* dans ce noyau; la benzoyl-*p*-anisidine traitée de même n'en fournit qu'une très petite quantité et l'on est obligé d'opérer la nitration en deux phases pour arriver à un résultat analogue. Le groupe « nitro » du résidu « benzoyle » paraît donc favoriser la formation des dérivés les plus nitrés, mais sa présence est sans influence sur la nature des produits formés, quant à la position des groupes « nitro » introduits dans le noyau.

La saponification des dérivées obtenus présente, en revanche, des différences notables. Tandis que tous les dérivés de l'*o*-nitrobenzoyl-*p*-anisidine ainsi que les dérivés trinitrés dans le noyau, des trois isomères, sont facilement saponifiables par le procédé habituel, qui consiste à chauffer leur solution dans l'acide sulfurique concentré, pendant 1 heure au bain-marie, les dérivées mono- et dinitrés dans le noyau des *m*- et *p*-nitrobenzoyl-*p*-anisidines sont difficilement saponifiables. On est obligé, pour les saponifier, d'ajouter goutte à goutte de l'eau à leur solution sulfurique, ou sulfurique et acétique, et de chauffer au bain-marie jusqu'à 8 à 12 heures.

La position du groupe « nitro » dans le résidu « benzoyle » paraît donc avoir une influence sur la stabilité de ces composés envers l'acide sulfurique concentré.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les sulfo-éthers-sels ou éthers thioniques* R.CS.OR'. Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Haller.

A propos des composés organiques sulfurés spontanément oxydables avec phosphorescence, j'ai signalé la préparation de l'éthane-thionate de méthyle $CH^3.CS.OCH^3$, à partir de l'iodure de méthyle-magnésium et du chlorosulfocarbonate de méthyle (¹). Il était tout indiqué de généraliser cette nouvelle application des organomagnésiens mixtes de M. Grignard et de vérifier si les homologues dudit éther-sel sulfuré posséderaient aussi son oxyluminescence (²).

Ces recherches ont offert quelques difficultés, non seulement à cause des désagréments de la préparation initiale et de la manipulation du chlorosulfure de carbone,

(¹) M. Delépine, *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1607.

(²) Afin de laisser au mot *phosphorescence* son sens très général, je propose le mot *oxyluminescence* pour désigner l'oxydabilité spontanée, lente, avec émission de lumière.

ainsi que des éthers chlorosulfocarboniques, mais encore parce que les produits à obtenir ne peuvent être séparés que par distillation fractionnée et qu'on est exposé à les voir souillés, suivant les cas, soit de l'éther chlorosulfocarbonique employé, soit de l'éther halogéné du magnésien, si c'est un iodure, soit enfin du carbure R—R qui se forme toujours dans la préparation des magnésiens. En effet, on ne peut songer ici à isoler les acides R.CS.OH pour les purifier isolément et les éthérifier ensuite, car la saponification des éthers thioniques entraîne leur dédoublement plus avancé en acides R.CO.OH et H^2S.

Pour préparer ces éthers, on refroidit le magnésien dans un mélange de glace et de sel et l'on y fait tomber peu à peu l'éther chlorosulfocarbonique dilué de son volume d'oxyde d'éthyle, en agitant après chaque addition. La réaction n'est pas extrêmement vive et n'est que rarement accompagnée de la formation de produits secondaires sulfurés bouillant plus haut que l'éther attendu; on n'est donc pas obligé, comme je le croyais au début, pour éviter l'action du magnésien sur l'éther thionique, de verser le magnésien dans l'éther chforosulfocarbonique. On laisse ensuite réchauffer quelque temps à la température ambiante, puis on décompose par l'eau, les acides, etc. La solution éthérée, séchée, est alors fractionnée très soigneusement pour les premiers termes et, au besoin, dans un courant lent de gaz carbonique pour amoindrir l'autoxydation. Les rendements, médiocres dans tous les cas, paraissent les plus faibles pour les éthers de poids moléculaires les plus faibles; par exemple : avec 23g de $Cl.CS.OCH^3$ on n'a guère que 5g de produit passant à 85°-90° quand on fait la réaction avec $MgICH^3$, tandis qu'on en a une douzaine avec $MgBrC^6H^5$.

Je croyais avoir préparé le premier ce genre d'éthers; en réalité, j'ai été devancé par M. Motooki Matsui [1], qui, utilisant une tout autre méthode (action de l'hydrogène sulfuré sur les iminoéthers), vient de préparer $CH^3CS.OC^2H^5$, $C^2H^5.CS.OC^2H^5$ et $C^6H^5.CS.OC^2H^5$. Mais cette circonstance n'a en rien diminué l'intérêt du but poursuivi; au contraire, cela m'a permis de préparer le tout premier terme $CH^3.CS.OCH^3$ de deux façons différentes et de me procurer les deux suivants, plus difficiles à obtenir par mon procédé.

On a donc deux réactions de formation des éthers thioniques :

$$R.C(NH)OR' + H^2S = R.CS.OR' + NH^3,$$
$$Cl.CS.OR' + XMgR = R.CS.OR' + MgXCl.$$

Voici les propriétés principales des composés que j'ai préparés; le signe (M) indique les quelques données de M. Matsui :

---

(1) Motooki Matsui, *Memoirs of the College of Science and Engineering Kyoto Imperial University*; t. I, 1908, p. 285.

Formule.	Procédé de préparation.	Ébullition.	D_4^0.	Oxyluminescence.
$CH^3.CS.OCH^3$	Magnésien.	87°-89°	1,0075	Très forte.
	Iminoéther.	86-88	1,0062	Très forte.
$CH^3.CS.OC^2H^5$	Iminoéther.	109-110	0,9816	Très forte.
		105-110 (M)	»	»
$C^2H^5.CS.OC^2H^5$	Iminoéther.	130-132	0,9639	Très forte.
		128-130 (M)	»	»
$C^4H^9{}_{(i)}.CS.OCH^3$	Magnésien.	145-148	0,9577	Forte
$C^4H^9{}_{(i)}.CS.OC^2H^5$	»	160-165	0,9549	Assez forte.
$C^5H^{11}{}_{(i)}.CS.OCH^3$	»	160-170 (?)	»	Nulle.
$C^6H^5.CS.OCH^3$	»	110-112 (10mm)	»	Très nette.
$C^6H^{11}.CS.OCH^3$	»	90-100 (12mm)	»	Nulle.
$C^8H^{17}.CS.OCH^3$	»	115-120 (12mm)	»	Nulle.

Les densités des quatre derniers composés n'ont pas été indiquées parce qu'ils contenaient : le dernier, un peu d'iodure d'octyle; les trois autres respectivement, du diisoamyle (ébull. 160°), du diphényle (ébull. 254°) et du dicyclohexyle (ébull. 235°) qui n'auraient pu être séparés qu'en opérant sur des doses considérables de matière.

Tous ces éthers sont des liquides jaune pâle, insolubles dans l'eau, miscibles aux solvants organiques usuels; doués d'une odeur désagréable qui, pour les premiers termes, est presque totalement masquée par une odeur forte, ozonée et piquante; les termes supérieurs laissent percer assez nettement une odeur rappelant celle de l'éther-sel non sulfuré correspondant.

On obtient d'ailleurs franchement cette odeur en les agitant avec du nitrate d'argent qui les désulfure, ainsi que l'a indiqué M. Matsui; le nitrate mercureux a la même propriété; le chlorure et le nitrate mercurique précipitent en blanc; les sels de plomb, de cuivre, de cadmium, de manganèse, de nickel, de zinc, ne réagissent pas seuls, mais donnent les sulfures correspondants si l'on ajoute de l'ammoniaque.

Les alcalis donnent, après saponification, un sel de l'acide non oxygéné et un sulfure; l'ammoniaque alcoolique, par contre, respecte la structure primitive et fournit une thioamide. Ces réactions signalées par M. Matsui s'expriment simplement :

$$R.CS.OR' + 3KOH = R.COOK + K^2S + H^2O,$$
$$R.CS.OR' + NH^3 = R.CS.NH^2 + R'OH.$$

J'ai constaté que les amines primaires et secondaires réagissent aussi

pour donner des monoalcoyl- et dialcoylthioamides; j'ai ainsi préparé les premiers termes $CH^3.CS.NHCH^3$ et $CH^3.CS.N(CH^3)^2$; ce sont des substances cristallisées non oxyluminescentes, qui se combinent très aisément aux iodures alcooliques avec production de substances cristallisées.

Du nombre assez considérable des éthers thioniques signalés plus haut on peut tirer ces conclusions :

Ils bouillent environ 30° plus haut que les éthers-sels non sulfurés, ils sont plus denses (ils sont aussi plus réfringents). L'oxyluminescence se manifeste pour les éthers méthylique et éthylique jusqu'aux acides en C^5 de la série grasse; elle existe aussi pour le sulfobenzoate de méthyle, mais les termes plus riches en carbone dans la série grasse ou en hydrogène dans la série hydroaromatique ne la présentent plus. Ajoutons que ceux qui luisent dans l'obscurité fument à l'air.

CATALYSE. — *Action des acides sur l'oxydation catalytique des phénols par les sels ferriques.* Note de MM. **H. Colin** et **A. Sénéchal**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Communication précédente [1] nous avons attribué à la formation de sels complexes dépourvus de propriétés oxydantes, l'action retardatrice exercée par les acides forts ou faibles sur le système peroxydasique : sel ferrique + eau oxygénée.

On sait que les acides faibles possèdent une tendance très prononcée à former des sels complexes avec les métaux du groupe du fer. Il faut donc s'attendre à observer que les acides faibles agissent sur le système peroxydasique plus énergiquement qu'un acide fort tel que HCl et SO^4H^2; et l'action des différents acides doit être en rapport avec la stabilité des sels complexes qu'ils sont capables de former.

Nous avons opéré sur l'hydroquinone; les vitesses d'oxydation étaient évaluées, comme précédemment, au colorimètre. Les solutions sur lesquelles on faisait agir les acides à diverses concentrations contenaient, par litre, $0^{\text{mol-g}},5$ d'hydroquinone, $0^{\text{mol-g}},85$ de H^2O^2 pure, $0^{\text{mol-g}},0001$ de $FeCl^3$. Les résultats sont exprimés dans le Tableau suivant :

---

[1] H. Colin et A. Sénéchal, *Comptes rendus*, 3 juillet 1911.

Concentrations.	Acide acétique.	Acide lactique.	Acide malique.	Acide tartrique.	Acide citrique.	Acide oxalique.
0,04 N	»	1.5 m s	1.45 m s	3.50 m s	20 m	> 1 h
0,2	»	2.5	8.10	10.20	> 1h	> 1
0,4	0m31s	5	12	17.30	> 1h	> 1

L'acide sulfurique, à la concentration 0,04 N, détermine un retard représenté par 1m9s; on voit donc que l'action des acides faibles est généralement plus énergique que celle de SO^4H^2.

La formation de sels complexes peut être mise en évidence par la disparition de certains caractères analytiques du fer. En présence d'acide sulfurique et d'acide acétique à la concentration 0,04 N, les sels ferriques donnent, avec le sulfocyanure de potassium, une coloration rouge sang ; avec les acides lactique, malique, tartrique, citrique, on a une coloration jaune; avec l'acide oxalique, la coloration verdâtre du ferri-oxalate n'est pas altérée.

Dans les mêmes conditions, le ferrocyanure de potassium donne, en présence de tous ces acides, sauf l'acide oxalique, une coloration bleue.

On voit que, parmi les acides faibles, ceux qui exercent sur l'oxydation l'action la plus énergique sont précisément ceux qui forment avec le fer les sels complexes les plus stables.

D'autre part, lorsqu'on fait croître la concentration, les différences observées entre les divers acides faibles s'atténuent et les propriétés peroxydasiques du fer s'effacent, l'accroissement de la concentration en acide favorisant la stabilité des sels complexes en s'opposant à leur dissociation.

Nous pensons toutefois que, dans les conditions où nous nous sommes placés, la formation de sels complexes n'est pas le seul phénomène qui influe sur l'activité peroxydasique du fer. En effet, bien que le fer soit également dissimulé à l'action du sulfocyanure par certains des acides expérimentés, les vitesses d'oxydation, en présence de ces acides, sont néanmoins très différentes. D'ailleurs, plusieurs composés organiques qui forment avec le fer des combinaisons complexes : les sucres, la glycérine, l'acétylacétone, ne ralentissent que faiblement la vitesse d'oxydation de l'hydroquinone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'α-méthyllaurénone. Nouvelle cétone dérivée du camphre.* Note de M. **R. Locquin**, transmise par M. Ad. von Baeyer.

MM. von Baeyer et Villiger [1] ont constaté que, dans l'action du réactif de Caro (persulfate de potassium en milieu sulfurique) sur le camphre, il se formait, à côté de l'α-campholide $C^{10}H^{16}O^2$ de M. A. Haller [2], un autre composé lactonique en $C^{10}H^{16}O^4$, fondant de 189° à 191° et provenant d'une oxydation plus profonde du camphre.

Sur les conseils et sous la bienveillante direction de M. von Baeyer, j'ai essayé d'établir la constitution de ce composé lactonique fondant à 189°-191°, et c'est au cours de cette recherche qu'a été découverte la cétone qui fait l'objet de la présente Note.

Lorsqu'on chauffe en tube scellé, pendant 6 heures, le composé lactonique en $C^{10}H^{16}O^4$, avec 16 ou 20 fois son poids d'acide sulfurique à 20 pour 100 porté à la température de 160°-165°, ou mieux d'acide phosphorique à 20 pour 100 porté à la température de 190°-200°, on le transforme entièrement en acide carbonique et en une une huile mobile, presque incolore, à odeur camphrée, de poids spécifique $D_0^4 = 1,062$, bouillant à 82°-86° sous 10^{mm} et à 95°-96° sous 18^{mm}. Cette huile est optiquement inactive et possède la composition centésimale d'un corps en $C^9H^{14}O$. Elle fixe le brome à froid en solution chloroformique et réagit aisément sur la semicarbazide et l'hydroxylamine.

Avec la semicarbazide, elle fournit un produit solide fondant d'abord vers 166°, mais qui, par cristallisation fractionnée, se dédouble en deux *semicarbazones* : l'une est très peu soluble dans l'alcool absolu bouillant dont elle se dépose par refroidissement en paillettes fondant à 198°; l'autre, qui se dépose par évaporation des eaux mères, fond à 150° après cristallisation dans la benzine.

Avec l'hydroxylamine, même en excès, elle fournit une *oxime normale* $C^9H^{15}ON$, bouillant à 122°-128° sous 10^{mm}, laissant à la longue déposer quelques cristaux fondant à 95°-96°. Cette oxime se combine à l'isocyanate de phényle pour donner une *carbanilidoxime* fondant à 101°-102°, mais difficile à purifier à cause de sa grande solubilité dans tous les réactifs organiques.

Ces différentes constatations établissent nettement que l'huile en question est une cétone non saturée. D'autre part, sa composition centésimale ne peut correspondre qu'à celle d'un dérivé cyclique. Restait à déterminer

(1) *Berichte d. ch. G.*, t. XXXII, p. 3625.

(2) *Comptes rendus*, t. 122, p. 293-297.

la forme du noyau, la position de la liaison éthylénique, ainsi que la nature et la place des groupements substituants.

Toutes ces questions se sont trouvées élucidées par les résultats que fournit l'oxydation permanganique de la cétone étudiée.

En effet, lorsqu'on fait tomber, peu à peu, à froid et en agitant constamment, une solution aqueuse de permanganate de potassium à 4 pour 100 sur cette cétone, on peut extraire au moyen de l'éther (après acidification des eaux alcalines préalablement filtrées et concentrées à petit volume) un produit acide qui, éthérifié par le gaz chlorhydrique en milieu éthylique, fournit, comme produit principal, un éther cétonique bouillant à 105°-107° sous 12^{mm} et possédant la composition centésimale d'un corps $C^{10}H^{18}O^3$. La fonction cétonique de cet éther est mise en évidence par la formation d'une semicarbazone très soluble dans l'éther et fondant à 158°-159° sur le bain de mercure, après cristallisation dans l'alcool absolu. D'autre part, cet éther cétonique ne peut être autre chose que le *γ-céto-αββ-triméthylvalérate d'éthyle :*

$$\begin{array}{l} CH^3-CO-\underset{\diagup\ \ \diagdown}{C}\!-\!\!-\!\!-\underset{\diagdown}{CH}-CO^2C^2H^5, \\ \qquad\qquad\ \ CH^3\quad CH^3\quad CH^3 \end{array}$$

car l'acide huileux qu'il donne par saponification fournit intégralement, sous l'action de l'hypochlorite de soude, l'acide *triméthylsuccinique* bien connu :

$$\begin{array}{l} CO^2H-\underset{\diagup\ \ \diagdown}{C}\!-\!\!-\!\!-\underset{\diagdown}{CH}-CO^2H, \\ \qquad CH^3\quad CH^3\quad CH^3 \end{array}$$

et qui a été identifié : par son point de fusion (152°), son analyse, sa transformation par la chaleur en anhydride bouillant à 110° sous 10^{mm}, et enfin par le point de fusion (129°-130°) de l'acide phénylamidé correspondant.

Étant donné que l'oxydation de la cétone primitive conduit à l'acide γ-céto-αββ-triméthylvalérique, il est facile de remonter de la constitution de cet acide à celle de la cétone elle-même. Le schéma ci-dessous donne la seule représentation possible des faits signalés :

$$\begin{array}{lcl} \begin{array}{l} \qquad\quad\ \diagup CO \diagdown \\ CH^3-CH\qquad CH \\ \qquad\quad\ \ | \qquad\quad \| \\ \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C-\!\!-\!\!-C-CH^3 \end{array} & \rightarrow & \begin{array}{l} \qquad\quad\ \diagup CO^2H^5 \\ CH^3-CH \\ \qquad\quad\ \ | \\ \begin{array}{l} CH^3 \diagdown \\ CH^3 \diagup \end{array} C-CO-CH^3 \end{array} \end{array}$$

Il en résulte que le cétone $C^9H^{14}O$ (qui dérive indirectement du camphre par l'intermédiaire de la lactone $C^{10}H^{16}O^4$ de MM. von Baeyer et Villiger) est la 2.3.3.4-*tétraméthylcyclopentène*-4.5-*one*-1 qui n'avait pas encore été décrite.

Hydrogénée au moyen du sodium au sein de l'alcool absolu, cette cétone fournit un alcool saturé en $C^9H^{18}O$, ce qui est d'accord avec les observations déjà faites sur la manière dont se comportent, dans ces conditions, les cétones non saturées possédant leur double liaison en $\alpha\beta$ par rapport au carbonyle.

Le 2.3.3.4-*tétraméthycyclopentanol*-1, résultant de ce traitement, purifié par l'intermédiaire de son phtalate acide, bout à 87° sous 10^{mm} et possède une odeur de menthe peu prononcée. Sa phényluréthane fond à 113°-114° après cristallisation dans la ligroïne; elle ne fixe pas trace de brome en solution chloroformique. Oxydé par l'acide chromique, il est transformé dans la cétone saturée $C^9H^{16}O$, qu'on peut aussi obtenir par l'hydrogénation directe de la cétone non saturée primitive au moyen de l'hydrogène en présence du palladium colloïdal.

La 2.3.3.4-*tétraméthylcyclopentanone* bout à 178°-180°, à la pression ordinaire; elle fournit deux semicarbazones : l'une, peu soluble dans l'alcool, fond à 232°; l'autre, plus soluble, fond à 182°, après cristallisation dans la benzine.

Si l'on se rappelle que Tiemann [1] a donné le nom de *laurénone* à une cétone possédant la formule

```
            CO
          /    \
       CH²      CH
        |       ||
CH³     |       ||
   \C --------- C — CH³
CH³/
```

on voit que la tétraméthylcyclopenténone $C^9H^{14}O$ dont nous avons parlé précédemment peut être désignée sous le nom d'*α-méthyllaurénone*.

Il convient cependant de remarquer que toutes les propriétés de la laurénone ne se retrouvent pas dans son homologue. Ainsi, tandis que, conformément à la plupart des cétones non saturées dont la double liaison est en α-β par rapport au CO, la laurénone, au contact d'un excès d'hydroxyl-

---

(1) *Berichte d. ch. G.*, t. XXXIII, p. 2950.

amine, donne aisément une hydroxylaminoxime; l'α-méthyllaurénone, elle, semble ne pouvoir donner qu'une oxime normale.

Il est bien établi que, très souvent, l'accumulation de groupements CH^3, C^2H^5, etc., au voisinage d'un CO cétonique, empêche complètement de déceler la fonction cétonique par les réactifs ordinaires. On voit, par l'exemple qui précède, que l'introduction d'un seul groupement CH^3 au voisinage du carbonyle est susceptible de diminuer sensiblement l'aptitude réactionnelle du reste de la molécule elle-même.

BOTANIQUE. — *L'ovule et le sac embryonnaire des Platanées.* Note de M. **Th. Nicoloff**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Les Platanes, dont l'origine et les affinités immédiates sont très obscures, ont été rangés par les auteurs dans différents ordres naturels. Les uns, vu le caractère général de leur inflorescence, les ont placés dans la série des Urticiflores; d'autres les envisagent comme devant faire partie du grand groupe des Rosiflores, dans le sens large du mot (y compris, entre autres, les Saxifragacées, les Hamamélidées, etc. (¹). Des recherches morphologiques plus récentes, surtout celles de S. Schoenland (²), faisant connaître avec détail l'origine et la structure florales des Platanes, apportent des arguments importants en faveur de cette dernière opinion, et les rapprochent plus particulièrement des Rosacées proprement dites, et plus particulièrement du genre *Spiræa* (³). Cependant les données qu'énonce cet auteur relativement au développement et à la structure de l'ovule, sont, selon ses propres expressions, incomplètes et insuffisamment sûres, ce qui tient à la technique un peu ancienne qu'il employait. Comme, d'autre part, divers types de la série des Rosiflores ont été étudiés à ce point de vue, en assez grand nombre, pendant ces dernières années et que cette étude permet de comparer les Platanées à d'autres familles, l'examen de l'ovule des Platanes s'imposait. La comparaison entre la structure ovulaire des Platanes et des tribus prétendues voisines, concuremment avec les données morphologiques, pourrait peut-être jeter quelque lumière sur les parentés de la famille. Je

(¹) Voir sous ce rapport : Brongniart, Baillon, Clarke, Engler, etc.

(²) S. Schoenland, *Ueber die Entwickelung der Blüten und Frucht bei den Platanen* (*Jahrbuch für System A. Engler*, 1883, t. IV).

(³) A cette opinion se range aussi Niedenzu. Voir *Engler's Natürl. Pflanzenfam.*, t. III, 2 *a*, p. 137-140).

vais résumer des recherches que j'ai faites sur ce sujet au Laboratoire de Botanique de la Sorbonne.

L'ovaire du *Platanus orientalis* contient, dans la généralité des cas, un ovule pendant, presque orthotrope, mais on trouve assez souvent dans un même ovaire, deux ovules dont les insertions sur les parois de l'ovaire sont parfois différentes; on les voit souvent attachés à ces parois à la même hauteur, comme ils peuvent aussi se poser l'un au-dessus de l'autre, se trouvant ainsi sur une ligne longitudinale de la paroi ovarienne. En suivant le développement, on constate que l'ovule apparaît comme un mamelon latéral sur la paroi de l'ovaire. A ce moment, il n'y a pas de cavité proprement dite à l'intérieur de l'ovaire, de sorte que le mamelon ovulaire touche presque aux tissus ovariens environnants. Les cellules du nucelle, rangées en séries suivant le grand axe de l'ovule, forment tout d'abord un tissu homogène, mais vers l'époque de la formation des téguments il s'y fait une différenciation : les cellules périphériques des rangées cellulaires sont plus petites et relativement aplaties, tandis que les cellules plus profondes acquièrent de plus grandes dimensions et grossissent leurs noyaux. On pourrait parler d'un archéspore pluricellulaire dont, comme on va le voir plus tard, il ne proviendra qu'un sac embryonnaire. Des deux téguments, l'interne est le plus épais et c'est seulement ce tégument qui forme le micropyle, multipliant beaucoup ses cellules sur son pourtour.

Au moment de la formation du sac embryonnaire et pendant son évolution, le tissu nucellaire présente une structure caractéristique assez semblable à celle de quelques Spirées, telle que nous les connaissons par les recherches de Webb (1) et de Péchoutre (2). La partie du nucelle voisine du micropyle est formée surtout de cellules disposées en rangées radiales qui convergent vers le milieu de l'ovule. Dans la plupart des cas, une division abondante des cellules de ces rangées, non loin du micropyle, produit une stratification cellulaire qui rappelle beaucoup celle de la figure de l'article de Webb relative au *Spiræa japonica*. La description, pas plus que les figures que donne Shœmaker (3) pour les nucelles des *Hamamelis* et *Liqui-*

(1) I. Webb, *A morphological Study of te Flower and Embryo of Spiræa* (*The Botanical Gazette*, t. VI, 1902).

(2) Péchoutre, *Contribution à l'étude du développement de l'ovule de la graine des Rosacées* (*Ann. des Sc. naturelles*, t. XVI, 1902).

(3) Shœmaker, *On the development of Hamamelis virginiana* (*The Botanical Gazette*, t. IV, 1905).

dambar ne permettent à ce point de vue de rapprocher des Platanes les deux genres dont je viens de parler.

L'épiderme du nucelle se divise tangentiellement au moment de la formation du sac embryonnaire pour former une espèce de « calotte épidermique » au voisinage du micropyle; cette calotte, qui paraît ne pas exister chez les Hamamelidées, est d'une certaine importance à cause de sa remarquable constance chez les Rosacées qu'on a étudiées.

La partie chalaziale du nucelle qui est au-dessous du sac, présente des particularités qui se retrouvent dans les *Spiræa* et, aussi, à un moindre degré dans les *Hamamelis*. Les parois de ce tissu paraissent devenir un peu plus épaisses et se comportent autrement vis-à-vis des colorants que celles du tissu environnant. Assez souvent, les cellules de cette partie chalaziale grossissent et s'allongent quelque peu suivant l'axe de l'ovule; on voit leurs noyaux en voie de désagrégation.

Le sac embryonnaire (unique) se forme tardivement et se trouve situé assez profondément. On peut suivre de très bonne heure le développement de sa cellule primordiale. C'est une cellule médiane du nucelle; des parois tangentielles la rejettent vers l'intérieur et c'est seulement lorsqu'elle est séparée de l'épiderme par 6 à 7 cellules qu'elle effectue les dernières divisions pour former les quatre cellules dont la plus interne est la cellule-mère définitive du sac embryonnaire. Celle-ci évolue d'après la façon typique; son noyau se divise pour former les 2, 4, 8 noyaux. Les antipodes se conservent rarement et dans ce cas il peut même arriver qu'elles augmentent de volume. Le plus souvent, on les voit se comprimer de bonne heure et rester longtemps à l'état de vestiges au fond du sac embryonnaire. Notons que Shœmaker a constaté aussi une disparition hâtive des antipodes chez les *Hamamelis*. Les noyaux polaires sont les plus gros de tous les noyaux du sac embryonnaire, et ont des contours très bien délimités. On les observe très facilement, dans tous les sacs embryonnaires, à une plus ou moins grande distance l'un de l'autre, mais même lorsqu'ils paraissent unis en un seul noyau, les deux nucléoles attestent très longtemps l'origine double du noyau secondaire. Toutefois, les cas où l'on ne saisit plus de délimitation entre les deux noyaux polaires, collés et comprimés l'un sur l'autre, sont excessivement rares. Mes observations, d'ailleurs, se rapportent à des sacs non fécondés. Dans la grande majorité des cas, les deux noyaux polaires s'accolent l'un sur l'autre suivant le grand axe de l'ovule; il me semble qu'on en pourrait conclure que la distance à laquelle se fait sentir l'attraction des deux noyaux est relativement assez grande.

Il n'est pas exact que le sac embryonnaire se forme très rapidement, comme l'affirme Schœnland (1); au contraire, son évolution est relativement très lente. Sa formation commence assez longtemps après la pollinisation, et il n'est complètement formé et prêt à la fécondation que plus tard encore, c'est-à-dire environ trois semaines à un mois après cette époque. Nous rappelons, pour mémoire, que Shœmaker signale un retard de la fécondation sur la pollinisation, de 5 à 7 mois chez les *Hamamelis* et de 7 à 10 jours chez les *Liquidambar*.

Ces comparaisons font voir qu'il y a entre la structure de l'ovule des Platanées et celle de quelques représentants du grand groupe des Rosiflores, d'assez sensibles ressemblances. Elles montrent en outre que les Platanées présentent à cet égard des caractères communs avec les Rosacées et surtout avec certains représentants de la tribu des Spirées.

BOTANIQUE. — *Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries.* Note de M. A. **Guilliermond**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Notre but aujourd'hui est de suivre dans le détail l'évolution des mitochondries dans le développement de la gemmule d'Orge, au cours de la germination.

Dès le début de la germination, on observe dans toutes les cellules des ébauches des feuilles (épiderme, parenchyme, cordons procambiaux) de nombreuses mitochondries. Ces éléments, qui revêtent la forme de chondriocontes, disparaissent très rapidement dans les premières phases de la germination, dès que les cellules ont acquis un certain degré de différenciation.

L'intérêt principal de notre étude porte sur les cellules du parenchyme, qui sont le siège de la formation des chloroleucites. Si l'on examine une coupe longitudinale de gemmule dans les premiers stades de son développement, en suivant les ébauches de feuilles (la préfeuille étant exceptée), de la base à l'extrémité, on observe dans les cellules du parenchyme une série de phénomènes du plus haut intérêt qui montrent toutes les formes de transition entre les chondriocontes et les chloroleucites.

A la base de chaque feuille, c'est-à-dire au voisinage de son point d'insertion sur la tigelle, on trouve un méristème constitué par des cellules, dont le noyau occupe le centre et dont le cytoplasme est rempli de petites vacuoles qui lui donnent un aspect alvéolaire, ce dernier renferme de nombreux chondriocontes, disséminés dans toute sa trame et de préférence au voisinage du noyau (*fig.* 1 et 2). Beaucoup de ces cellules sont en voie de partage et l'on constate que les chondriocontes participent à la division

(1) *Loc. cit.*

cellulaire : ils se rangent autour du fuseau achromatique de mitoses et se répartissent ensuite entre les deux pôles de la cellule pendant l'anaphase, de manière à ce que chacune des cellules filles reçoivent un certain nombre d'entre eux (*fig.* 3, 4 et 7).

Dans la région moyenne de la feuille, les chondriocontes se localisent presque exclusivement sur le pourtour du noyau, en contact intime avec sa paroi. En même temps, ils subissent des modifications importantes : ils se transforment en bâtonnets courts et trapus (*fig.* 5 et 6), qui semblent plus nombreux que les chondriocontes primitifs et

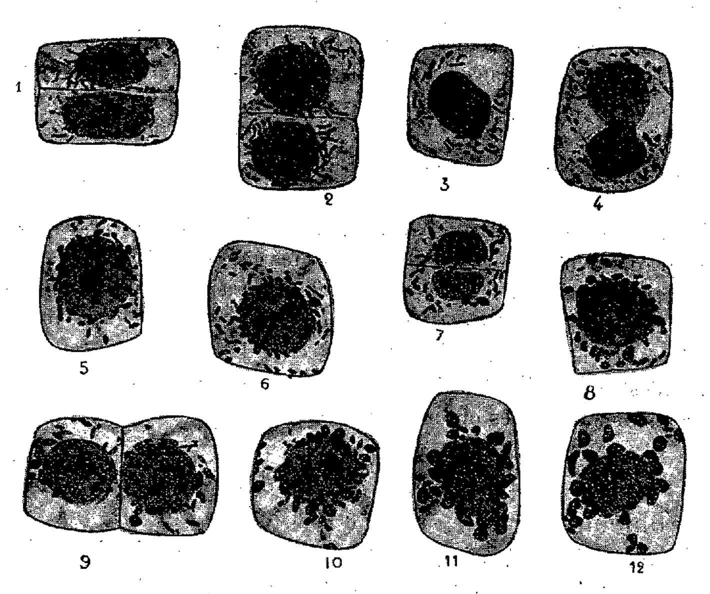


Fig. 1 à 12. — Formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries.

proviennent sans doute de leur segmentation, suivie du gonflement de tronçons qui en résultent. Au cours de ces phénomènes, le noyau est lui-même le siège de certaines transformations : il se gonfle et son nucléole, toujours unique au début, se divise de manière à fournir 2 ou 3 nucléoles.

A mesure que l'on remonte vers la région supérieure de la feuille, on observe un gonflement des bâtonnets mitochondriaux qui prennent la forme de grains ovoïdes ou en massues. Ceux-ci deviennent de plus en plus gros et leur forme ovoïde s'accentue (*fig.* 8).

A partir de ce moment, c'est-à-dire dans la région supérieure de la feuille, les mitochondries ont totalement disparu, mais on trouve à leur place des chloroleucites qui se colorent de la même manière [1] et sont toujours situés exactement dans les mêmes régions que les chondriocontes, en intime contact avec le noyau. Ceux-ci ont la forme de disques ou de gros grains sphériques, uniformément colorés ou présentant

---

[1] Toutes nos observations ont été faites à l'aide de la méthode IV de Regaud (*Archives d'Anat. microsc.*, t. LXI, 1910).

un centre moins chromophylle que la périphérie (*fig.* 9 et 10). Quelques-uns sont en voie de division.

Finalement, dans la région qui occupe l'extrémité de la feuille, les chloroleucites ont acquis une dimension relativement grande et offrent un aspect nettement vésiculeux ou alvéolaire qui semble dû à la présence dans leur intérieur d'un ou plusieurs petits grains d'amidon incolores (*fig.* 11 et 12). Pendant ces différents phénomènes, les vacuoles se sont considérablement accrues et réduites à deux ou trois par fusion des petites vacuoles primitives.

Dans les feuilles plus développées, les chloroleucites augmentent de dimensions et s'éloignent du noyau. Ils se placent ordinairement dans la partie marginale de la cellule dont le centre est occupé par une ou deux grosses vacuoles. Le cytoplasme devient de plus en plus pauvre; le noyau quitte le centre de la cellule et vient s'accoler à la membrane cellulaire.

Toutes les différentes étapes de cette évolution ont été contrôlées sur des tissus frais.

Ainsi, on observe toutes les formes de transition, d'une part entre les chondriocontes primitifs et les grains ovoïdes, et de l'autre entre les grains ovoïdes et les chloroleucites. Cette transformation peut d'ailleurs ne pas s'effectuer simultanément et il n'est pas rare de rencontrer dans une même cellule, à côté de chloroleucites presque formés, une série de formes intermédiaires entre les chondriocontes et les chloroleucites (*fig.* 9 et 10). On est donc bien forcé d'admettre que les chloroleucites sont le résultat d'une simple transformation des chondriocontes.

C'est là un résultat important, car non seulement il apporte une solution nouvelle au problème encore si obscur de l'origine des chloroleucites, mais il contribue à éclaircir définitivement la question du rôle des mitochondries en donnant raison à ceux qui les considèrent comme des éléments chargés de l'élaboration des produits de différenciation du protoplasme.

Bornons-nous pour le moment à conclure que nos recherches confirment entièrement, en les complétant, les résultats antérieurs obtenus dans d'autres organes et avec des techniques différentes (1) par Pensa (2) et Lewitsky (3) et démontrent d'une manière précise que les chloroleucites sont formés aux dépens des mitochondries des cellules embryonnaires.

---

(1) Pensa, dans les ovaires de diverses Angiospermes, par la méthode de Golgi, et Lewitsky, dans la tigelle d'*Asparagus officinalis*, par la méthode de Meves.

(2) Pensa, *Anatomischen Anzeiger*, t. XXXVIII, 1910.

(3) Lewitsky, *Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft*, t. XXIX, 1911.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'adaptation chromatique complémentaire chez les végétaux*. Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. L. Mangin.

Engelmann a désigné sous le nom d'*adaptation chromatique complémentaire* la propriété que possèdent certains organismes de prendre la couleur complémentaire des rayons qu'ils reçoivent (¹).

Le phénomène a été étudié par Gaidukov sur l'*Oscillaria sancta* et l'*O. caldariorum* au moyen d'écrans colorés (²) et plus récemment en 1906 sur le *Phormidium tenue* et le *Porphyra laciniata* à l'aide d'un spectre et de la lumière électrique (³).

L'*Oscillaria sancta* est de couleur violette: au bout de deux mois elle était devenue verte à la lumière rouge, bleu-vert à la lumière jaune, rouge à la lumière verte, brun-jaune à la lumière bleue : on observait une foule de transitions entre ces diverses nuances.

L'emploi du spectre fourni par la lumière électrique réduit considérablement la durée de l'expérience : en quelques heures, la plaque de *Phormidium tenue* de teinte vert-bleu au début prenait la coloration jaune et jaune brun depuis le vert jusqu'au violet : elle restait bleu-vert dans les rayons rouges et jaunes. Inversement le *Porphyra*, rouge au début, devenait vert dans le rouge et le jaune et restait rouge partout ailleurs.

On est assez peu d'accord parmi les biologistes sur l'interprétation et la portée de ces expériences ; aussi avons-nous essayé de reprendre ce problème en utilisant un spectrographe construit sur nos indications par la maison Pellin, grâce à une subvention de la Société des Amis de l'Université de Paris.

Nos expériences ont porté sur un *Lyngbya* qui peut se rapporter par ses dimensions et son aspect au *L. versicolor;* il s'est toujours montré complètement immobile dans nos cultures.

(¹) Engelmann, *Ueber exp. Erzeugung* (*Arch. f. Anat. und Phys.* : Supp., 1902, *p.* 333).

(²) Gaidukov, *Ueber den Einfluss farbigen Lichts auf die Farb. lebend. Oscillarieen* (*Abh. d. König. Preuss. Akad. d. Wiss.*, 1902, p. 1); *Die Farbe der Algen* (*Hedwigia*, t. 43, 1904).

(³) Gaidukov, *Die complement. chromat. Adapt. bei* Porphyra *und* Phormidium (*Berich. d. Bot. Gesellsch.*, 1906).

Le spectre obtenu avec un prisme en quartz et une lampe Nernst fonctionnant nuit et jour a été projeté sur la plaque membraneuse formée par l'algue sur les parois du flacon de culture : la partie infrarouge du spectre venait en bordure du lacis de filaments constituant cette plaque membraneuse; celle-ci n'était d'ailleurs recouverte qu'en partie par ce spectre.

Le changement de couleur était déjà sensible au bout des quatre premiers jours: mais l'expérience a duré 3 semaines afin que la question de croissance puisse être envisagée en même temps que la question d'adaptation chromatique.

En ce qui concerne cette dernière, les résultats ont été fort nets: la plaque de *Lyngbya*, qui présentait au début de l'expérience une couleur jaune orangé, avait conservé cette teinte à l'obscurité et aussi en face des rayons qui s'étendent du violet jusqu'à la limite extrême du vert; le changement de coloration débutait brusquement au voisinage de la raie D; la teinte de l'algue devenue d'un beau vert se maintenait jusqu'à l'infrarouge, aux environs de $\lambda = 740$; l'action de cette partie du spectre avait donc déterminé un changement de coloration qui s'étendait suivant une plage rectangulaire de λ 590 environ jusqu'à λ 740.

La question de croissance se trouve étroitement liée à celle de l'adaptation chromatique.

Si l'on se reporte en effet à une Note récente ([1]), on voit qu'il existe chez les Oscillaires une concordance remarquable entre les spectrogrammes de fixation, de décoloration, d'absorption et de croissance; la région de croissance du *Phormidium* est exactement la même que celle qui, chez le *Lyngbya* étudié ici et coloré normalement en jaune, montre ensuite une couleur verte; nous avons d'ailleurs, chez le *Lyngbya*, constaté que la croissance s'était faite suivant la bande I de la chlorophylle et aussi suivant une autre bande située vers λ 730 exactement comme chez le *Phormidium*.

En résumé, chez le *Lyngbya versicolor*, l'adaptation chromatique peut être ainsi comprise: la teinte jaune d'or de l'algue se conserve dans toute la partie inactive du spectre au point de vue croissance, c'est-à-dire depuis le violet jusqu'au jaune; la coloration de l'algue devient verte sous l'influence des rayons qui s'étendent depuis le jaune jusqu'à la limite de l'infrarouge; les rayons qui sont actifs dans la synthèse chlorophyllienne des Cyanophycées sont aussi ceux qui déterminent le changement de coloration de l'algue.

([1]) P.-A. Dangeard. *Sur les conditions de l'assimilation chlorophyllienne chez les Cyanophycées* (*Comptes rendus*, 3 avril 1911, p. 967).

ANATOMIE COMPARÉE. — *La surface digestive du ventricule succenturié et la musculature du gésier chez les Oiseaux.* Note de M. **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lorsqu'on ouvre l'estomac des Oiseaux, il apparaît avec évidence que la surface du ventricule succenturié et l'épaisseur des muscles du gésier varient dans de grandes proportions et que les variations sont sous la dépendance directe du régime alimentaire. Certains groupes comme les Carnivores montrent un gésier en forme de ballon à parois minces, qui semblent dépourvues de muscles, alors que les Omnivores, tels que les Canards, possèdent un gésier discoïde par suite de la présence de deux masses musculaires très développées. De même, les Piscivores offrent une surface ventriculaire très étendue, tandis que, chez les Granivores, elle paraît réduite au minimum.

Nous avons évalué la surface du ventricule succenturié des Oiseaux en expérience et nous l'avons rapportée à la surface du corps. Nous avons de même mensuré l'épaisseur des muscles du gésier que nous avons comparée à la longueur du corps. Nous résumons les résultats obtenus dans les Tableaux ci-après :

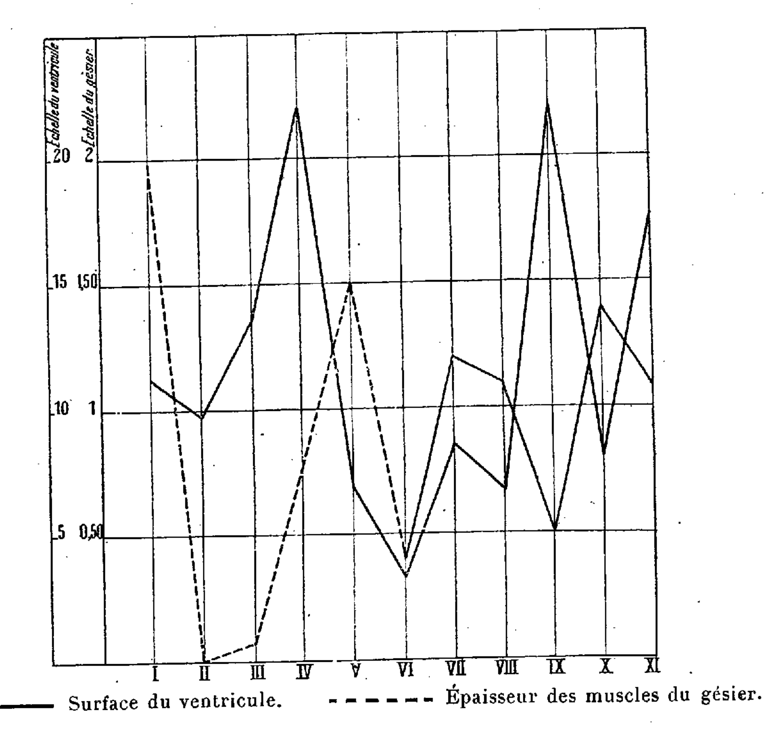
	Surface ventriculaire par unité de surface du corps.	Épaisseur des muscles du gésier par unité de longueur du corps.
I. Omnivores (Canards)	11,30	1,90
II. Carnivores	9,70	0
III. Carnivores piscivores	13,30	0,07
VI. Piscivores	21,80	0,70
V. Granivores	6,90	1,50
VI. Carnivores insectivores	3,25	0,40
VII. Testacivores	8,40	1,20
VIII. Omnivores (Corbeaux)	6,70	1,10
IX. Frugivores	22	0,50
X. Insectivores	8,10	1,50
XI. Granivores insectivores	17,50	1,10

Avec ces chiffres, construisons un graphique. Sur un axe horizontal plaçons, à intervalles égaux, nos onze groupes d'Oiseaux rangés comme ci-dessus. Sur l'ordonnée correspondante à chacun d'eux, plaçons deux points représentant ses quantités de surface ventriculaire et d'épaisseur

musculaire du gésier. Relions par un trait les points relatifs à un même organe.

Nous ferons remarquer de suite que l'épaisseur des muscles du gésier varie identiquement de la même façon que le poids de cet organe, ce qui est logique, le poids étant évidemment l'expression de la plus ou moins grande quantité de tissu musculaire ([1]).

Par contre, nous avons montré que le poids du ventricule varie en sens



inverse de celui du gésier ([2]). La surface ventriculaire ne se comporte plus ainsi. Or la surface du ventricule ne représente que deux dimensions du ventricule sur trois. Elle est l'expression de sa valeur digestive et laisse de côté l'épaisseur et, par conséquent, la qualité musculaire.

Pour que la relation inverse ait lieu entre le ventricule et le gésier, il faut justement tenir compte de cette épaisseur musculaire, et cela vient à l'appui de ce que nous avancions, à savoir que les gros ventricules des

---

([1]) Voir la variation en poids du gésier : Magnan, *Le tube digestif et le régime alimentaire des oiseaux* (*Coll. de Morph. dyn.*; Paris, Hermann, 1911).

([2]) Magnan, *Sur une relation inverse du ventricule succenturié et du gésier chez les oiseaux* (*Comptes rendus*, 2 juin 1911).

Oiseaux qui se nourrissent de grosses proies étaient à la fois triturants et sécréteurs, ce qui explique que, dans ces conditions, le gésier soit plus réduit.

GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. — *La distribution des Poissons d'eau douce en Afrique*. Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les grandes divisions zoogéographiques sont basées sur l'étude des Vertébrés supérieurs terrestres. La distribution des Poissons d'eau douce reléguée généralement au second plan mérite cependant d'être prise en considération, les migrations de ces animaux étant forcément beaucoup plus limitées par la nécessité de ne pas quitter leur milieu habituel liquide.

Les progrès accomplis durant ces dernières années dans l'état de nos connaissances concernant la faune ichtyologique de vastes continents comme l'Afrique sont considérables. Quelques chiffres, d'ailleurs, en feront ressortir toute l'importance. A la fin de 1800, le nombre des espèces décrites de Poissons habitant continuellement ou temporairement les eaux douces africaines se montait seulement à 32; en 1850, il n'atteignait encore que 142; en 1901, suivant une estimation de G.-A. Boulenger, il s'élevait à 580; aujourd'hui, d'après mes évaluations, il n'est pas moindre de 1218. Comme on le voit, le total des espèces connues a doublé durant ces dix dernières années. Les résultats nouvellement acquis permettent de formuler quelques conclusions d'ordre général.

L'Afrique est constituée, quant à sa faune ichtyologique, par deux parties très inégales :

I. Une parcelle européenne, la *sous-région nord-ouest ou mauritanique*, à caractère nettement paléarctique, comprenant l'Atlas et les bassins côtiers de Tunisie, d'Algérie et du Maroc se jetant dans la Méditerranée et l'Atlantique (Faune dulcaquicole assez pauvre : Cyprinidés, Cyprinodontidés, présence de Salmonidés et Gasterostéidés européens).

II. Un énorme bloc, formé par le reste, c'est-à-dire la quasi-totalité du continent, c'est la *région africaine* de la zone équatoriale cyprinoïde d'A. Günther. Bien que sa physionomie générale présente des rapports d'ensemble indéniables, les nouveaux éléments que nous possédons justifient parfaitement la division en un certain nombre de sous-régions distinctes. Je proposerai donc les sept suivantes :

1° *Sous-région mégapotamique sus-équatoriale.* — Elle comprend les grands fleuves situés au nord de l'Équateur : Sénégal, Niger, Chari, Nil, ce dernier jusqu'à son embouchure dans la Méditerranée, mais à l'exclusion du lac Tsana et du Haut-Nil Bleu et du lacVictoria. On y rattachera comme provinces particulières : d'une part, le Sahara en voie d'assèchement et à faune ichtyologique presque nulle (quelques Cichlidés, Cyprinidés, Cyprinodontidés), et en Asie la Palestine. (Faune générale très riche : Polyptéridés, Lépidosirénidés, Mormyridés, Notoptéridés, Characinidés, Cyprinidés, Siluridés, Cyprinodontidés, Ophiocéphalidés, Anabantidés, Serranidés, Cichlidés, Gobiidés, Mastacembelidés, Tétrodontidés, etc. Familles spéciales : Ostéoglossidés, Cromériidés. Présence des Pantodontidés, des Nandidés, des Phractolæmidés.)

2° *Mégapotamique équatoriale.* — C'est le bassin du Congo sans le Tanganyika avec comme provinces particulières d'une part l'Ogôoué et le Cameroun, d'autre part les rivières d'Angola. (Faune excessivement riche. Toutes les précédentes familles représentées sauf les Ostéoglossidés et Cromériidés. Nombreux genres spéciaux. Présence des Knériidés).

3° *Mégapotamique sous-équatoriale.* — C'est le bassin du Zambèze à l'exception du Nyassa et du Haut-Chiré, mais avec le bassin fermé du Ngami qui correspond là à celui du Tchad dans la première sous-région. (Faune encore assez riche. Absence des Polyptéridés, Notoptéridés, Pantodontidés, Knériidés, Phractolæmidés, Nandidés, Serranidés.)

4° *Mégalimnique équatoriale.* — Elle comprend les grands lacs profonds : Victoria, Tanganyika, Nyassa et cela indépendamment des bassins auxquels ils appartiennent et avec lesquels ils ne présentent que peu de rapports. (Faune très riche. Différenciation extrême des Cichlidés. Présence des Lépidosirénidés, nombreuses formes spéciales des Mormyridés, Characinidés, Cyprinidés, Siluridés, Cyprinodontidés, Serranidés, Mastacembelidés, etc.)

Ces quatre sous-régions étaient jusqu'ici englobées en une seule sous le nom de *mégapotamique* par le Dr Sclater.

5° *Orientale.* — Proposée par G.-A. Boulenger, en 1905, elle est formée par l'Abyssinie, avec le lac Tsana et les affluents du Haut-Nil Bleu et les bassins côtiers de l'Afrique orientale, jusqu'au Zambèze. [Faune moyenne. Différenciation des Cyprinidés avec une Loche (*Nemachilus*). Présence des Lépidosirénidés, Mormyridés, Characinidés, Siluridés, Knériidés, Cyprinodontidés, Cichlidés ; pas de Polyptéridés ni de Mastacembélidés.]

6° *Australe.* — Toute l'Afrique australe au sud de Ngami avec comme bassins principaux le Limpopo et l'Orange. (Faune assez pauvre. Grande raréfaction des types dans les principales familles représentées : Cyprinidés, Characinidés, Siluridés, Anabantidés ; présence des Galaxiidés.)

7° *Madagascar.* — (Faune pauvre. Raréfaction extrême des types franchement dulcaquicoles. Quelques Cichlidés, Siluridés et Cyprinodontidés. Absence des Characinidés et des Cyprinidés. Prédominance des familles marines entrant dans les eaux douces : Anguillidés, Athérinidés, Mugilidés, Gobiidés.)

Quand les conditions de milieu s'y sont prêtées, la latitude paraît avoir joué un rôle relativement important dans la multiplication des formes ichtyologiques dulcaquicoles africaines. C'est sous l'Équateur, dans le Congo et dans les grands lacs profonds, que la vie est en pleine activité et atteint son complet développement, c'est là que la faune présente son maximum de différenciation. Elle est encore fort riche dans les grands cours d'eau de la région mégapotamique sus-équatoriale, s'affaiblit déjà notablement dans le bassin du Zambèze, pour se raréfier de plus en plus dans l'Afrique australe et à Madagascar, et devenir presque nulle dans les vastes régions désertiques, comme le Sahara dans l'hémisphère nord, le Kalahari dans l'hémisphère sud.

Prise dans son ensemble, la faune dulcaquicole africaine présente des caractères d'homogénéité incontestables, abstraction faite de la partie nord-ouest franchement européenne.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La spanandrie et l'oblitération de la reproduction sexuée chez les Chermes.* Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

Il est établi que chez les Chermes la reproduction peut se faire par parthénogenèse indéfinie. Nous voulons aborder dans cette Note l'étude des phénomènes par lesquels se manifeste la régression de la reproduction sexuée chez ces Pucerons. Cette étude présente une double portée : elle n'intéresse pas uniquement la science biologique pure, mais, en raison des affinités si étroites qui unissent les Chermes aux Phylloxériens et des analogies très grandes qui existent entre les cycles évolutifs de ces Insectes, elle apporte des éléments utiles pour l'interprétation si discutée de la biologie du *Phylloxera vastatrix*.

Je rappelle que, d'après les travaux de Cholodkovsky et les miens, le *Chermes pini* présente deux races biologiquement, mais non morphologiquement distinctes : 1° le *Chermes pini* indigène, qui se multiplie dans nos forêts par parthénogenèse exclusive sur le *Pinus sylvestris;* 2° le *Chermes pini orientalis*, race originaire de l'Europe orientale (Russie méridionale), qui se multiplie par parthénogenèse sur les Pins, mais présente en outre, sur l'Epicéa oriental, une génération sexuée normale suivie de la formation de galles volumineuses et caractéristiques. Cette race, dont j'ai fait connaître les migrations régulières s'effectuant par deux lignées d'ailés

spécialisées du Pin sur l'Epicéa et *vice versa*, ne se rencontre chez nous que dans les endroits où existe le *Picea orientalis*, planté çà et là dans les parcs ou les établissements horticoles.

La première race, dite *indigène*, peut être considérée comme dérivée de la seconde, de même que le Phylloxéra des vignes européennes, avec son cycle particulier, dérive du Phylloxéra des vignes américaines. N'ayant plus à sa disposition le *Picea orientalis* sur lequel les sexués peuvent évoluer et aboutir normalement, cette race indigène semble s'être déshabituée de la reproduction sexuée, qui ne persiste plus dans le cycle évolutif qu'à l'état de rudiment inutile.

Le *Ch. pini* indigène présente, en effet, tous les ans, au printemps, une lignée d'ailés sexupares. Or, non seulement un très grand nombre d'entre eux se perdent, sans se fixer et sans laisser de descendance, mais, alors même qu'ils rencontrent des Epicéas indigènes (*Picea excelsa*) et qu'ils se fixent sur ces arbres, ils n'y donnent que des sexués incapables d'aboutir à la formation de l'œuf fécondé, et jamais, sur le *Picea excelsa*, on ne rencontre de galle rapportable au *Ch. pini*, attestant le dépôt antérieur d'un œuf fécondé. Si, accidentellement dans un parc, ou dans des conditions expérimentales, le *Ch. pini* indigène rencontre le *Picea orientalis*, qui exerce sur lui une vive attraction, on constate encore, tout au moins dans la très grande majorité des cas, l'avortement de la reproduction sexuée et, jusqu'à présent, je n'ai pas davantage réussi à obtenir la continuation du cycle dans ces circonstances particulières.

Il y a donc, dans les conditions habituelles de notre pays, faillite complète de la reproduction sexuée chez le *Ch. pini*, qui est pourtant une espèce extrêmement abondante. Or, cette faillite que Cholodkovsky avait déjà constatée, s'accompagne d'un fait non encore signalé et très remarquable : l'absence des mâles. La lignée des sexués ne comporte que des femelles, aussi profondément différenciées des lignées parthénogénétiques que les femelles produisant l'œuf d'hiver chez le Phylloxéra le sont des radicicoles et des gallicoles ; et ces femelles fécondables, condamnées pourtant à la virginité, sont innombrables ; c'est par centaines de mille que je les ai vues cette année sur les troncs de jeunes Epicéas, entassées et chevauchant les unes sur les autres au niveau des verticilles, de façon à former de larges taches ou des bandes rouges circulaires ; ces agglomérations féminines persistèrent depuis le milieu de juin jusqu'à la seconde semaine de juillet, sans qu'aucun mâle vînt répondre à leur attente.

En somme, chez le *Ch. pini*, présentant une parthénogenèse suffisante,

la reproduction bisexuée, devenue inutile, a régressé; mais cette régression n'a touché profondément que l'un des deux membres, le sexe mâle, c'est-à-dire celui qui présente la plus haute différenciation sexuelle. Le sexe femelle, bien que différencié pour la reproduction bixexuée, a persisté, mais comme une sorte de rudiment infonctionnel et inutile. Je propose de donner à ce nouveau phénomène de la disparition ou de l'extrême rareté des mâles dans une lignée nettement spécialisée pour la reproduction bisexuée, le nom de *spanandrie*. — Parallèlement à ce qui précède, j'ai obtenu la race *Ch. pini orientalis* pure, en contaminant des Pins sylvestres avec des ailés (*migrantes alatæ*) issus des galles du *Ch. pini orientalis* sur *Picea orientalis* et j'ai constaté l'année suivante, en faisant accomplir la migration de retour sur ce dernier arbre à la lignée d'ailés sexupares qui s'était développée sur les Pins contaminés, que leur descendance sur le *Picea orientalis* comportait non seulement des femelles, mais des mâles fort nombreux; les femelles fécondées pondirent alors, à la base des pousses, des œufs qui se développèrent pour donner naissance à une très abondante lignée de fondatrices. Ces faits, dont je cherche à vérifier la généralité par de nouvelles expériences, tendent à établir que chez le *Ch. pini* les mâles sont d'autant plus nombreux que les sexupares qui les engendrent sont plus rapprochés d'une génération sexuée antérieure; le maximum (réalisé dans l'expérience précédente) étant obtenu lorsque les sexupares ont pour ascendants des *migrantes alatæ* (gallicoles sur *Picea orientalis*) de l'année précédente; le minimum s'observant par contre lorsque les sexupares proviennent de Chermes qui se sont multipliés par parthénogénèse exclusive sur le Pin sylvestre depuis un très grand nombre d'années; c'est alors le cas du *Ch. pini* indigène chez lequel les mâles sont disparus ou n'apparaissent que dans des conditions extrêmement rares.

Si je pense devoir faire cette réserve de l'existence possible de mâles extrêmement rares chez le *Ch. pini* indigène, c'est que leur formation éventuelle sur les *Picea orientalis* se rencontrant dans les parcs me semble vraisemblable. Je dois dire toutefois que le *Picea orientalis* que j'ai planté au début de 1909, dans une forêt, près de Pins envahis par le *Ch. pini*, s'est garni de nombreux sexupares (féminipares) en 1909, en 1910 et en 1911, que j'ai constaté l'apparition de nombreuses femelles, mais que je n'ai vu ni mâles, ni fondatrices et que, jusqu'à ce jour, aucune galle n'est apparue; il en est de même pour quatre autres Epiceas orientaux que j'ai placés dans des conditions analogues à la fin de 1909. Toutefois, les arbres plantés étant de petite taille, le nombre des sexupares fixés n'a pu être encore assez grand

pour qu'on puisse conclure à la séparation complète des deux races biologiques *Ch. pini* et *Ch. orientalis* et à l'impossibilité pour la première de se convertir dans la seconde.

MÉDECINE. — *Considérations sur les réactifs employés pour la détermination des taches de sang en médecine légale.* Note de M. **Bordas**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note parue le 10 juillet 1911 et ayant pour titre *Sur la valeur du réactif de Meyer dans la recherche du sang*, M. A. Sartory s'exprime ainsi :

Nous avons démontré antérieurement (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 10, 17 et 24 juin et 1er juillet 1911) que certains réactifs employés jusqu'ici pour caractériser les oxydases directes ou indirectes (teinture de gaïac fraîche, benzidine en solution alcoolique additionnée d'acide acétique, réactif gaïac pyridine et essence de térébenthine active) ne possédaient pas le degré de spécificité qu'on doit attendre d'un réactif sur lequel se base une détermination d'espèce.

Nous avions dans plusieurs Communications antérieures [1] insisté sur le peu de valeur des réactions colorées, basées sur la décomposition de l'eau oxygénée. Nous avions en effet signalé qu'un grand nombre de produits, *a priori* les plus disparates, étaient susceptibles de libérer de l'eau oxygénée, l'oxygène soit à l'état actif, soit à l'état inactif, et nous avions conclu en mettant en doute l'existence, dans certains liquides de l'économie, de diastases peroxydantes, diastases décelées uniquement par ces réactifs.

M. A. Sartory confirme aujourd'hui, après d'autres auteurs (Rochaux, Thévenon, etc.), le manque de spécificité que nous avions signalé précédemment.

D'autre part nous avions, dans une Communication présentée à l'Académie des Sciences le 28 février 1910 ayant pour titre *Étude médicale de la réaction à la benzidine dans la détermination des taches de sang*, démontré que la réaction de Rudolf Adler obéissait aux lois générales ci-dessus et qu'une foule de liquides organiques, colloïdaux, substances finement pulvérisées, corps poreux, etc., étaient susceptibles de donner la réaction bleue que Macweney considérait à tort comme spécifique de la présence du sang.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 148, 19 avril 1909; t. 149, 29 novembre 1909, et t. 150, 28 février 1910. — *Revue d'hygiène alimentaire*, t. VII, novembre 1909.

Nos conclusions étaient [1] que l'expert doit, dans le cas d'une réaction positive avec la benzidine, rechercher la nature des taches suspectes par des *procédés plus rigoureux avant de conclure* et nous ajoutions que le principal avantage du réactif d'Adler était qu'il dispensait l'expert de poursuivre ses investigations lorsque la réaction était négative.

Ce sont là des conclusions dont la forme est en quelque sorte classique en médecine légale et on les retrouve d'ailleurs dans les Ouvrages d'Ogier, Vibert, Thoinot, Lacassagne, lorsque ces auteurs traitent de la détermination des tâches de sang par les procédés de Van Deen, Taylor, etc.

Ces recherches de M. A. Sartory sur la valeur de ces différents réactifs et les conclusions qui en découlent sont donc conformes aux nombreux travaux publiés sur ce sujet.

MÉDECINE. — *Recherches sur la pathogénie des lésions artério-scléreuses.* Note de M. Y. MANOUÉLIAN, présentée par M. E. Roux.

Depuis deux ans, sur le désir de M. Metchnikoff, nous avons entrepris des recherches sur les lésions artério-scléreuses. Nous avons étudié l'action de trois staphylocoques sur des lapins et sur quelques singes, et il ressort nettement de nos nombreuses expériences que l'injection intra-veineuse de ces microbes, soit tués par la chaleur à 100°, soit affaiblis par le chauffage à 55° pendant 1 heure, soit vivants et n'ayant subi aucun traitement préalable, détermine au bout de quelque temps des lésions artério-scléreuses. Nous nous proposons de publier prochainement nos études sur cette question.

Nous avons étudié en même temps un certain nombre d'aortes humaines athéromateuses et nous avons suivi de près les recherches de M. Metchnikoff sur la production de l'artério-sclérose par les produits de la putréfaction intestinale : le phénol, le paracrésol, etc. En examinant les coupes histologiques des lésions artérielles de diverses provenances, nous avons été frappés de voir que les lésions des vasa-vasorum manquaient presque constamment, et dans les cas, *très rares* d'ailleurs, où elles existaient, elles étaient absolument insignifiantes et partant incapables de provoquer des lésions tant soit peu importantes.

Nous nous sommes demandé si le système nerveux ne jouait pas un rôle dans la pathogénie des lésions artério-scléreuses.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 150, 28 février 1910.

Nos dissections sur le chien ont établi ce fait, que des plexus solaires et des plexus secondaires qui en proviennent prend naissance assez fréquemment un filet nerveux qui se rend à l'aorte abdominale au niveau de l'origine de l'artère rénale gauche.

Sur quatre chiens âgés de 2 à 3 ans, nous avons *arraché* entre deux fortes pinces ce filet nerveux tout près de sa distribution aortique, et nous avons eu le soin d'enlever un tronçon important que nous avons réservé à l'examen histologique.

Un de ces chiens a été sacrifié au bout de 20 jours, les trois autres au bout de 2 mois. A l'autopsie, nous avons constaté des plaques scléreuses dans la région de l'aorte correspondant au filet nerveux arraché. Le reste de l'aorte était absolument indemne, sauf dans un cas où, en même temps que la plaque scléreuse de la région rénale, il y avait cinq nodules cartilagineux au niveau de la crosse.

Chez un cinquième chien, nous avons tenté une délicate opération qui a pleinement réussi, grâce à l'intervention de M. Magne, le distingué chef de laboratoire de l'École vétérinaire d'Alfort. Après avoir ouvert la cage thoracique, nous avons incisé le péricarde et nous avons arraché un assez gros filet nerveux se rendant à l'artère pulmonaire ; 65 jours après cette opération, nous avons sacrifié l'animal, et à l'autopsie nous avons constaté une plaque scléreuse au niveau de la région correspondante du filet nerveux.

Toutes les coupes histologiques des plaques scléreuses montrent des lésions manifestes : dégénérescence de fibres élastiques et leur remplacement par du conjonctif, végétations au niveau de la tunique interne.

Ces faits nous autorisent à conclure que les lésions nerveuses jouent un rôle important dans la production des lésions artério-scléreuses. Nous nous demandons aussi si les agents considérés comme *causes déterminantes* de ce processus morbide ne provoquent pas des lésions nerveuses qui, à leur tour, produiraient des lésions artério-scléreuses. De là, nécessité urgente d'étudier l'état du système nerveux dans l'artério-sclérose. C'est ce que nous nous promettons de faire.

MÉDECINE. — *Sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin et de la spirillose brésilienne.* Note de MM. L. LAUNOY et C. LEVADITI, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note parue dans le *Bulletin de la Société chimique* (t. IX-X, n° 11, 1911, p. 532), M. Fourneau décrit une classe nouvelle de combinaisons mercurielles dérivées des dithiocarbonates de la sarcosine. Ces sels sont caractérisés à la fois par leur grande instabilité et, ce qui paraît contradictoire, par ce fait que le mercure est dissimulé à ses réactifs ordinaires (hydrogène sulfuré, alcalis). Ce sont, en somme, des sulfures de

mercure d'une forme particulière, donnant des solutions incolores, quand elles sont fraîchement préparées, très colorées au contraire, quand elles sont vieilles ou qu'elles ont été chauffées; dans ce dernier cas, elles prennent les propriétés des solutions colloïdales.

Nous avons étudié, sous la direction de M. Fourneau, le *phénylméthylaminoacétate de potasse dithiocarbonate de mercure*, sel appartenant à la série dont il est question. Ce sel dérive non pas de la sarcosine, mais de son homologue de la série aromatique, qui est l'acide phénylméthylaminoacétique. Il a pour formule

$$\left(\begin{matrix} C^6H^4 - \underset{|}{CH} - COOK \\ CH^3 - N - CS - S \end{matrix}\right)^2 = Hg.$$

Nous l'avons examiné, tant au point de vue pharmacologique qu'au point de vue de son action thérapeutique, dans la *spirillose des poules* et la *syphilis expérimentale du lapin*. Le dithiocarbonate de mercure est un sel soluble dans l'eau; ses solutions ne précipitent pas les matières protéiques, et, contrairement au sublimé, elles sont très peu hémolysantes. Il renferme 25 pour 100 de mercure. Nous avons éprouvé sa toxicité pour le lapin, la poule et le calfat (*Padda*). $0^g,01$ par kilogramme, et par voie intraveineuse, tue le lapin en 12-15 jours. Les poules, plus résistantes, supportent $0^g,015$ par kilogramme, et l'on peut renouveler cette dose après 24 heures, sans provoquer la mort. Quant au calfat, il résiste à l'injection de $0^g,0008$, dans les muscles.

Les lapins qui succombent avec des doses supérieures à $0^g,01$, montrent tous les signes de l'intoxication mercurielle.

Action thérapeutique. — 1° *Spirillose des poules.* — Pas d'action manifeste chez le calfat. Chez la poule, si le médicament ($0^g,015$ par kilogr.) est administré le jour même de l'apparition des spirilles dans le sang, les parasites disparaissent de la circulation 24 heures après. Plus tard, deux injections consécutives (même dose) sont nécessaires. Enfin, le médicament n'influence pas la crise, s'il est administré à un moment où la maladie atteint son acmé.

2° *Syphilis testiculaire du lapin.* — Nous nous sommes servi du virus de passage (Truffi) et de l'inoculation intrascrotale. Les trois lapins qui ont servi à nos expériences étaient porteurs de grosses lésions (2^{cm} à 3^{cm} de diamètre), ulcérées ou non, mais très riches en tréponèmes. Injection du médicament dans les veines.

Lapin n° 1 reçoit $0^g,01$ par kilogr. Le 2e jour, les spirochètes mobiles sont devenus rares; le 3e jour, on ne trouve que de très rares tréponèmes immobiles et les chancres

ont diminué de volume; le 8e jour, plus de tréponèmes, les lésions sont très réduites; le 10e jour, guérison presque complète, mais on trouve encore des *cadavres de spirochètes* jusqu'au 12e jour, dans un tout petit nodule. L'animal est mort le 14e jour. *Guérison des chancres en 13 jours.*

Lapin n° 2 : très gros chancres; reçoit 0g,005 par kilogramme. Le 2e jour la croûte se dessèche, l'œdème est diminué. La plupart des tréponèmes sont immobiles. Le 3e jour, de nouveau, non rares parasites mobiles. Le 7e jour, le chancre a diminué; *nouvelle injection* de 0g,003 par kilogramme (*en tout* 0g,008 par kilog.). Le 9e jour, les croûtes se détachent, cadavres de tréponèmes, diminution de moitié du volume des chancres. Le 13e jour, petits nodules couverts de croûtes. *Guérison complète vers le 15e jour.*

Lapin n° 3 : grosse lésion non ulcérée (3cm de diamètre); reçoit 0g,0016 par kilogramme. Après 6 jours, la lésion a diminué, mais elle contient de nombreux tréponèmes mobiles; on fait une nouvelle injection de 0g,0045 par kilogramme. Le 8e jour, plus de tréponèmes vivants, rien que des cadavres; la lésion a diminué de moitié, il y a eu formation de croûtes. Le 9e jour, grosse diminution de la lésion, la croûte est prête à tomber, collection purulente sous la croûte. Le 12e jour diminution de $\frac{2}{3}$; 2 à 3 cadavres de spirochètes. Le 14e jour, très rares spirochètes *mobiles*. On injecte 0g,006 par kilogramme (en tout 0g,121 par kilogramme). Les tréponèmes disparaissent le lendemain. *Guérison complète le 19e jour.*

Chez les lapins non traités, les chancres volumineux ne guérissent spontanément qu'au bout *d'un mois et demi à deux mois.*

Il en résulte que *le composé mercuriel étudié par nous exerce une action curative manifeste dans la spirillose brésilienne et la syphilis expérimentale du lapin.* D'autres dérivés de la même série sont à l'étude.

Rappelons que, parmi les divers composés mercuriels, le sublimé, le salicylate de mercure, le mercure colloïdal et le diamidodiphénylmercuridicarbonate de soude ont été étudiés au point de vue de leur action curative dans les spirilloses et la syphilis (Neisser, Uhlenhut et ses collaborateurs Manteufel, Weidanz et Mulzer, Tomasczewski, Blumenthal). Les résultats n'ont pas été très satisfaisants (sauf pour le dernier de ces corps, qui, d'après Ferd. Blumenthal, paraît mieux agir que les autres).

MICROBIOLOGIE. — *Recherches sur la flore intestinale. Isolement des microbes qui attaquent spécialement les produits ultimes de la digestion des protéiques.* Note de M. **Albert Berthelot**, présentée par M. E. Roux.

L'action néfaste, pour notre organisme, des produits de la putréfaction intestinale est maintenant bien connue ; tout récemment encore M. Metchni-

koff a établi que le phénol, le *p*-crésol et l'indol, résorbés sans cesse au niveau de l'intestin, sont capables de déterminer à la longue des lésions graves des artères, du foie et des reins ([1]). Il importe donc d'étendre les quelques connaissances que nous possédons sur la flore intestinale et, en particulier, de dépister parmi les espèces microbiennes qui la composent celles qui produisent, aux dépens des constituants de molécules albuminoïdes, les plus grandes quantités de substances nocives, que ce soient des phénols ou bien des ptomaïnes.

Un certain nombre des bactéries qui pullulent dans le tiers inférieur de notre tube digestif doivent avoir pour aliment d'élection les acides aminés et autres corps azotés qui sont les produits ultimes de la désintégration diastasique et microbienne des protéiques; c'est certainement parmi ces espèces bactériennes qu'il faut chercher les grandes productrices de composés toxiques.

A cause même de leur affinité pour un certain genre d'aliments, j'ai pensé qu'il fallait, pour isoler ces microbes, mettre de côté les méthodes habituellement employées pour l'étude bactériologique du contenu intestinal et ensemencer avec les matières fécales non plus des milieux très riches, où se développent toutes les espèces, mais des liquides nutritifs ne contenant comme aliment organique qu'un seul corps azoté choisi entre les divers produits d'hydrolyse des albuminoïdes.

L'idée première de cette méthode d'isolement m'a été suggérée par un travail de M. Traetta-Mosca. Cet auteur, en ensemençant avec du fumier un milieu ne contenant comme substance organique que de la tyrosine, est parvenu à isoler d'emblée un bacille produisant aux dépens de cet aliment aminé de l'acide hydroparacoumarique ([2]).

J'ai donc entrepris l'étude de la flore intestinale sur de nouvelles bases et, m'appuyant sur le principe que je viens d'exposer, j'ai commencé mes recherches à l'aide de milieux renfermant de la tyrosine ou du tryptophane. J'ai surtout utilisé la tyrosine que j'ajoutais, à la dose de $0^g,75$ à 2^g pour 1000, à une solution minérale contenant pour un litre d'eau : SO^4K^2 : 0,20; SO^4Mg : 0,20; PO^4K^2H : 0,50; AzO^3K : 0,25; $CaCl^2$: 0,02.

J'ai employé ce milieu pour de nombreux essais; les résultats que j'ai obtenus ayant toujours été concordants, je ne les décrirai pas ici. Je me contenterai de faire

([1]) Elie Metchnikoff, *Etudes sur la flore intestinale. Poisons intestinaux et scléroses* (*Ann. Institut Pasteur*, t. XXIV, 1910, p. 755).

([2]) F. Traetta-Mosca, *La fermentazione della tirosina* (*Gazetta Chimica Italiana*, 1910, anno XL, Parte I).

connaître ce que j'ai constaté lorsque j'ai appliqué pour la première fois la méthode que je préconise.

Pour cette expérience, j'avais ensemencé le milieu à la tyrosine avec des matières fécales provenant d'un sujet souffrant depuis longtemps de troubles intestinaux. Ces matières renfermaient des espèces microbiennes très variées et j'avais pratiqué l'ensemencement avec le volume d'une tête d'épingle de fèces pour 200^{cm^3} de liquide. Après 24 heures de séjour à 37°, le milieu aminé était déjà troublé; j'ai fait alors deux passages sur le même milieu suivis d'un isolement en gélose profonde et sur gélose inclinée ([1]). Dans ces conditions, j'ai isolé trois microbes dont je publierai ultérieurement les caractères. Ce sont des anaérobies facultatifs, non protéolytiques, mais peptolytiques; ils présentent une affinité marquée pour les amino-acides, puisqu'ils se développent abondamment dans des milieux où la tyrosine est remplacée par le tryptophane, l'alanine, l'histidine, la leucine, l'acide aspartique ou le glycolle.

Un d'entre eux attaque le tryptophane en donnant beaucoup d'indol et en transformant ensuite une partie de celui-ci en produits colorés; les deux autres très voisins colorent rapidement en rouge groseille une solution nutritive à base de tyrosine (2 pour 1000), et y produisent en 15 jours la quantité réellement considérable de 797^{mg} de phénol par litre; à tel point, qu'avant toute recherche chimique, j'avais reconnu la présence de ce corps à l'odeur d'eau phéniquée que répandait la culture.

Il est donc possible, à l'aide de milieux ne renfermant comme aliment organique qu'un seul acide aminé, d'isoler des microbes nettement *acidaminolytiques*, puisqu'ils sont seuls, parmi le grand nombre d'espèces ensemencées, à se développer dans d'aussi mauvaises conditions et qu'ils déterminent l'apparition, dans le milieu de culture, de produits de dislocation de la molécule aminoïque considérée. La spécificité de ces microbes vis-à-vis de tel ou tel amino-acide est loin d'ailleurs d'être absolue; en effet, avec la tyrosine, j'ai obtenu une espèce ayant une grande affinité pour le tryptophane et se développant fort bien sur d'autres acides aminés.

Grâce à la méthode que je viens d'exposer on arrivera peut-être à sélectionner des facteurs microbiens de l'auto-intoxication intestinale beaucoup plus puissants que ceux déjà connus; peut-être trouvera-t-on également de cette façon des microbes intestinaux générateurs de substances dont l'hyperproduction pathologique est actuellement mise sur le compte de troubles de la nutrition.

En collaboration avec M. D. Bertrand, j'ai commencé l'examen méthodique de nombreux échantillons de fèces normales ou pathologiques. Nous avons jusqu'ici employé des milieux à la tyrosine; ils nous ont permis

---

([1]) Ce milieu était préparé en solidifiant la solution nutritive de tyrosine avec de la gélose.

d'obtenir des résultats intéressants et d'isoler des espèces nouvelles; nous utiliserons ensuite le tryptophane, puis les autres amino-acides et autres corps azotés qu'on trouve dans les produits d'hydrolyse des divers protéiques (y compris les nucléoprotéides). Nous nous réservons d'appliquer le principe qui fait l'objet de cette Note à l'étude du contenu intestinal des éclamptiques, des uricémiques et des oxaluriques; nous nous proposons également de rechercher parmi les microbes les plus communs, et en particulier ceux de la putréfaction, quelles sont les espèces qui possèdent la fonction acidaminolytique à un degré suffisant pour constituer un caractère différentiel.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Principes de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion appliquée aux vallées alpines.* Note de M. **Em. de Martonne**, présentée par M. Michel Lévy.

Les vallées alpines présentent des traces indiscutables de multiples niveaux d'érosion sous forme de *replats* interrompant à différentes hauteurs la pente raide des versants. La présence de glaciaire récent à presque tous les niveaux ne permettant pas de classer ces formes comme on peut le faire pour des terrasses alluviales, la seule méthode qui semble permettre de déterminer les relations des replats est une méthode d'analyse morphologique. Divers essais inspirés par cette idée ont été tentés par des géologues et géographes, tels que A. Heim, A. Bodmer, A. Penck, Ed. Bruckner, H. Hess, E. Gogarten, E. Romer. Les résultats auxquels sont arrivés ces auteurs en étudiant les mêmes vallées sont tellement discordants que la légitimité de l'analyse morphologique peut être mise en doute.

Penck et Bruckner reconnaissent 2 niveaux d'érosion, H. Hess et Romer en trouvent 4, Heim et Bodmer 5, Gogarten 17. Pour les uns, les replats sont dus à l'érosion glaciaire; pour les autres, à l'érosion fluviale, accompagnée ou non de mouvements du sol quaternaires.

Il serait pourtant injuste de faire état de ces contradictions pour rejeter comme inutilisable un procédé de recherche scientifique, dont la méthode n'a jamais été précisée d'une manière systématique.

Des études poursuivies depuis plusieurs années sur diverses vallées alpines m'ont permis de fixer les principaux desiderata auxquels doit satisfaire une analyse morphologique correcte. Ayant pu profiter de l'expérience de mes devanciers et utiliser pour les constructions cartographiques les levés de précision au $\frac{1}{20000}$ exécutés par l'État-Major français pour la nouvelle carte au $\frac{1}{50000}$, je crois être arrivé à fixer des règles telles que, en les suivant rigoureusement, les chances d'erreur soient réduites

au minimum. Ces règles pourraient être utilement appliquées, même en dehors des régions alpines, à toute étude morphologique qui se propose de classer les formes d'après leur âge et leurs relations naturelles.

1. La plupart des formes de relief du sol étant le résultat du développement des vallées, on cherche à reconstituer les anciennes vallées.

2. L'élément essentiel des vallées étant le thalweg, on cherche à reconstituer les anciens thalwegs dont la pente et l'altitude permettent de mesurer les progrès de l'érosion.

3. La forme la plus ordinaire des thalwegs étant une courbe parabolique appelée *profil d'équilibre*, le raccordement des fragments de thalwegs doit être fait en vue de reconstituer un pareil profil. On n'admettra d'anomalie que dans le cas où il n'y a pas de doute.

4. Le procédé d'analyse le plus rationnel consiste à dresser, d'après des cartes en courbes de niveau à une échelle au moins égale au $\frac{1}{50000}$, des profils transversaux au thalweg actuel. L'inspection du terrain seule, la lecture de la carte en relevant les cotes de replats, ne peuvent donner qu'une orientation, et laissent place à des erreurs inévitables.

5. Si l'on élimine les plates-formes structurales, on peut admettre que tout adoucissement de pente dans un profil transversal indique la proximité d'un ancien fond de vallée, mais non le fond lui-même. Pour trouver ce fond, on prolongera suivant une allure parabolique la partie du profil située au-dessus de la rupture de pente jusqu'au-dessus du thalweg actuel.

La valeur des résultats obtenus dépend de l'écartement plus ou moins grand des fragments de versants conservés. Il en résulte que l'erreur probable augmente avec l'altitude relative des anciens thalwegs. Ce désavantage est heureusement atténué par le fait que les niveaux supérieurs correspondent à des formes plus mûres que le niveau inférieur (sans quoi elles ne seraient pas conservées) et ont par suite des pentes relativement douces.

6. Les profils doivent, autant que possible, suivre la ligne de plus grande pente des versants, sans s'astreindre à être absolument rectilignes.

7. On évitera de les faire suivre des arêtes comprises entre deux vallées affluentes rapprochées, l'intersection des versants pouvant oblitérer les

niveaux d'érosion ou créer des replats sans rapport avec l'évolution de la vallée principale.

8. Le nombre des profils doit être multiplié le plus possible, pour diminuer les chances d'erreur dans les raccordements. Une moyenne de trois profils pour 2^{km} de longueur du thalweg est le minimum.

9. La nécessité d'éliminer les plates-formes structurales sans rapport avec des niveaux d'érosion et les replats provenant d'accumulations morainiques ou torrentielles locales, impose la nécessité de revoir sur le terrain chaque profil.

10. Cette nécessité s'impose aussi pour reconnaître la pente longitudinale et l'extension vraie des replats. Des anomalies réelles pourraient échapper par un raccordement dont l'étude cartographique seule ne permettrait pas de soupçonner l'inexactitude.

Le terme d'une étude des niveaux d'érosion, conduite suivant cette méthode, sera un profil longitudinal des anciens thalwegs rapportés au profil du thalweg actuel et, si possible, une carte d'extension des fragments d'anciennes vallées conservées. Les résultats seront d'autant plus précis qu'on aura satisfait plus ou moins complètement aux conditions énoncées. Les circonstances pourront parfois rendre impossible de satisfaire aux conditions 6, 7 et 8.

Pour les Alpes, dans les cas les plus favorables, je crois qu'on peut fixer l'ancien thalweg à 10^m près pour les bas niveaux, à 25^m ou 50^m près pour les hauts niveaux. L'incertitude augmentant avec l'altitude relative, on peut exprimer l'approximation en fonction de cette altitude : l'erreur moyenne allant à 5 ou 10 pour 100. Si l'on néglige la condition 5, comme l'ont fait plusieurs auteurs, l'erreur peut dépasser 25 pour 100.

L'interprétation des résultats de l'analyse morphologique n'est évidemment possible qu'à la lumière d'une analyse géologique. Les anomalies des profils d'anciens thalwegs, qui dépassent les erreurs possibles, doivent être expliquées soit par des influences lithologiques, soit par des mouvements du sol, soit par des captures, soit par des influences glaciaires.

L'âge des niveaux d'érosion ne peut être fixé que par des dépôts alluviaux avec lesquels ils se raccordent vers l'aval. Dans le cas des vallées d'érosion fluviale, la solution est assez simple.

Il n'en est pas de même pour les vallées glaciaires alpines, où l'origine

des terrasses fluvioglaciaires est toujours plus haute que le lit du glacier de la même période.

L'analyse morphologique des vallées de l'Arc et de l'Isère m'a conduit à des résultats qu'on peut interpréter à la lumière des faits géologiques actuellement connus.

M. A. **Guépin** adresse une Note intitulée : *Sur la nature et les causes de l'hypertrophie prostatique.*

M. Emm. **Pozzi-Escot** adresse une Note intitulée : *La vie des oiseaux au désert.*

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ERRATA.

(Séance du 10 juillet 1911.)

Note de M. *G. Sagnac*, Strioscopie et striographie interférentielles :

Page 92, ligne 32, *au lieu de* Le jet de gaz d'éclairage a $0^{cm},7$ de largeur et $0^{cm},4$ d'épaisseur, *lire* $0^{cm},07$ de largeur et $0^{cm},22$ d'épaisseur.

Page 93, ligne 23, *au lieu de* comme dans le dispositif précédent, de petites images brillantes, *lire* donnent de petites images brillantes.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 JUILLET 1911.

PRÉSIDENCE DE M. LE GÉNÉRAL BASSOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue au Prince *Galitzine* et au Père *Berloty*, qui reviennent du Congrès de l'Association sismologique internationale, à Manchester.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Les Tables de la Lune, fondées sur la théorie de Delaunay*. Note de M. **R. Radau**.

Au moment de sa mort si imprévue, en 1872, Delaunay n'avait encore publié que les deux premiers Volumes de sa *Théorie du mouvement de la Lune*, qui ont paru en 1860 et 1867. Ces deux Volumes, à la vérité, renferment ce qui constitue le fond de la Théorie, à savoir le calcul complet des perturbations solaires; mais le troisième Volume, qui devait contenir la solution d'une foule de questions accessoires, et en particulier les perturbations planétaires, n'était pas même ébauché. Cependant, ainsi que le constate un Rapport de M. V. Puiseux du 26 novembre 1873, Delaunay avait déjà entrepris la formation de nouvelles Tables, sous les auspices et avec l'appui du Bureau des Longitudes; il en avait élaboré le plan, préparé les cadres et commencé les calculs.

Le Bureau, préoccupé de la continuation de l'œuvre interrompue, entama des négociations qui n'aboutirent pas. Ce n'est qu'à partir de 1878 que les calculs relatifs aux Tables de la Lune furent sérieusement repris sous la haute

direction de M. Tisserand, qui en garda le contrôle et la responsabilité jusqu'à sa mort (octobre 1896). Il s'empressa d'ailleurs d'en confier la surveillance effective à M. L. Schulhof, qui n'a cessé, depuis trente ans, d'y consacrer une partie de son temps, participant lui-même aux calculs longs et fatigants qu'entraînait la mise en nombres des formules.

Toutefois les travaux n'avançaient que très lentement, arrêtés souvent par des difficultés et des mécomptes, qu'il suffira d'indiquer brièvement.

Et d'abord, certaines parties du plan primitif de Delaunay paraissaient impraticables : il abusait des Tables à double, voire à triple entrée (il y en avait près de 30 de cette catégorie). Après de longues hésitations, on se décida à éliminer ces dernières presque complètement par une refonte des Tables en cours d'exécution. Il fallait ensuite songer à compléter la théorie, en déterminant, avec une approximation suffisante, les perturbations dues aux planètes, à la figure de la Terre et à d'autres causes. Ces lacunes furent comblées peu à peu, grâce aux efforts combinés de divers savants.

Il fallait enfin, et surtout, être fixé sur un point capital : l'accord éventuel de la théorie avec l'observation. Les Tables de Hansen, qui étaient dans toutes les mains, passaient pour bien représenter les observations de 1750 à 1850; mais l'accord avait été obtenu par l'emploi de certaines corrections empiriques, et elles commençaient déjà à s'écarter sensiblement des observations. Pouvait-on faire mieux? Ce sont les sagaces et patientes investigations de Simon Newcomb qui ont ici déblayé le terrain.

Tout d'abord, en ce qui concerne les perturbations solaires, on s'aperçut, en procédant à des transformations nécessaires, que Delaunay était toujours sensiblement d'accord avec Hansen. Il faut dire ici que, pour suppléer au défaut de convergence des séries qui représentent certains coefficients, Delaunay a pris le parti d'y ajouter des « compléments probables ». Il faut dire encore que les termes d'un ordre très élevé qu'il a été obligé de calculer subsidiairement sont parfois entachés de petites erreurs, qui ont été signalées par M. Andoyer. De là, bien des hésitations très compréhensibles. Malgré tout, les perturbations solaires de Delaunay, ainsi corrigées, peuvent être considérées comme assez exactes au point de vue de l'Astronomie pratique; mais elles ne devaient pas permettre d'améliorer l'accord des Tables avec les observations, si péniblement réalisé par Hansen. Il fallait aussi renoncer à l'accélération de 12″ qu'il avait adoptée à tort et qui, d'après Delaunay, ne dépasse pas 6″, tandis que les anciennes éclipses, selon Newcomb, demandent au moins 7″ ou 8″.

On voyait donc s'éloigner l'espoir d'un accord complet entre la théorie

et l'observation, et nous avons dû, pour en finir, nous contenter de ce qui était possible. Il reste, en somme, des écarts inexpliqués, et il a fallu, à l'exemple de Newcomb, recourir à une formule de correction empirique pour représenter convenablement les observations modernes, bien qu'on ait pu encore mettre à profit les belles recherches de M. E.-W. Brown pour perfectionner les Tables qui forment maintenant le Tome VII des *Annales du Bureau des Longitudes*.

Il y avait, parmi les difficultés déjà mentionnées, la question des frais considérables, exigés par cette publication; elle a été tranchée par une généreuse intervention de l'Académie des Sciences. C'est ainsi que les Tables projetées par Delaunay, il y a quarante ans, ont pu enfin voir le jour.

M. **Bigourdan** offre à l'Académie, de la part de M. *Gravereaux*, la reproduction d'un dessin de 1737, représentant en plan et élévation la pyramide géodésique de Montmartre, élevée par les soins de l'Académie des Sciences en 1736.

L'original, qui est anonyme, se trouve à la Bibliothèque de la Ville de Paris. Ce dessin, intéressant à plus d'un titre, montre notamment la position occupée relativement à la pyramide, par le pilier de bois élevé par Picard en 1675 : ce pilier servit à plusieurs reprises à l'orientation du réseau de triangles de la méridienne de France, notamment lors de sa mesure à la fin du XVIIe siècle et au commencement du XVIIIe.

PHYSIQUE. — *Sur un électromètre enregistreur à filament de carbone.* Note de M. **P. Villard**.

Je me suis proposé de construire, en vue d'expériences sur l'électricité atmosphérique, un électromètre enregistreur de faible volume, assez maniable pour pouvoir être installé dans un ballon sonde, et dont la sensibilité peut être réglée à volonté, l'échelle entière comprenant, suivant les cas, plusieurs centaines de volts, ou seulement quelques volts.

L'instrument, très habilement réalisé par M. Thurneyssen, se présente extérieurement sous l'aspect d'une boîte rectangulaire en laiton, munie des ouvertures nécessaires et fixée sur une planchette à laquelle s'adapte une enveloppe protectrice en bois, analogue à celle des baromètres enregistreurs Richard.

Partie électrique. — L'électromètre proprement dit se compose de deux petits plateaux rectangulaires reliés aux deux pôles d'une pile sèche, et entre lesquels peut osciller librement un filament de lampe à incandescence, en forme d'U, tenu par une pince isolée à l'ambroïde, et qui constitue l'aiguille d'une sorte d'électromètre de Hankel.

Le filament de lampe, que j'ai déjà utilisé dans des électroscopes il y a une dizaine d'années, offre pour ce genre d'emploi des avantages considérables : le carbone qui le constitue est beaucoup plus léger que les métaux, parfaitement élastique et exempt de toute déformation résiduelle ou spontanée ; le poids de l'aiguille et son moment d'inertie sont par suite très faibles, et le zéro est absolument stable. D'autre part, la forme en U supprime les déplacements autres que ceux perpendiculaires au plan des deux brins du fil.

Les filaments qui conviennent le mieux sont ceux des lampes de 110 volts 5 bougies ou 110 volts 10 bougies. Ces derniers, sensiblement plus longs, donnent une plus grande sensibilité, qu'on augmente d'ailleurs beaucoup en amincissant le filament dans une flamme.

Pour donner les meilleurs résultats, cet amincissement doit être, non pas uniforme, mais progressif, croissant de la base à l'extrémité libre du filament; pour une flexibilité donnée sous l'action des forces électriques, on réduit ainsi notablement le moment d'inertie et l'influence de la pesanteur.

Un fil de carbone ainsi traité peut devenir assez flexible pour déceler le cinquantième de volt et la résistance de l'air suffit à l'amortir complètement; toutefois, il est fragile et ne convient que pour une installation fixe ou l'emploi en ballon monté. Si l'appareil doit être confié à un cerf-volant ou un ballon sonde, il convient de ne réduire que modérément la section de filament et l'on corrige alors le défaut de sensibilité et d'amortissement au moyen d'une petite bande d'aluminium battu, collée avec une trace de suif près de l'extrémité libre de l'U; l'amortissement est alors suffisant et l'on peut encore déceler le dixième de volt.

Pour faire varier la sensibilité dans les limites indiquées plus haut, on dispose des moyens suivants : amincissement plus ou moins grand du filament et emploi d'une bande d'aluminium plus ou moins large; modification de la distance des plateaux entre lesquels se déplace l'aiguille; enfin, choix d'une pile de charge de voltage convenable.

Dispositif optique de lecture et d'enregistrement. — Les déplacements de l'extrémité libre du filament ne dépassent pas en général 2^{mm} à droite ou à gauche du zéro. L'amplification et la projection de ces déplacements sur un verre dépoli ou une surface sensible sont réalisées de la manière suivante :

L'extrémité mobile du filament porte, collé au sommet de la courbure par une trace de cire, un très petit miroir cylindrique constitué par un tube capillaire en verre très mince argenté intérieurement ; ce miroir

qui a environ 1^{mm} de longueur sur $\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ de millimètre de diamètre, ne pèse que quelques centièmes de milligramme et est aisément porté par des filaments même fortement amincis. Une lampe de 2 volts, pourvue d'un condenseur et placée derrière une fente de 3^{mm} de largeur, éclaire ce miroir et y fait apparaître un trait lumineux extrêmement fin, qu'un objectif de microscope, muni d'une ou deux lentilles divergentes amplificatrices, projette sur un verre douci ou sur la fente d'un cylindre enregistreur disposé dans la boîte de l'appareil. Pour assurer la permanence de la mise au point, l'axe de l'objectif est disposé dans le prolongement de l'axe de symétrie du filament; la longueur de ce filament étant invariable, il en est de même de la distance de son extrémité à la lentille frontale de l'objectif, et le réglage se maintient, même si l'instrument vient à être incliné dans un sens quelconque.

Avec un grossissement de 15, le spot ainsi obtenu est extrêmement fin et sa netteté, qui ne dépend que des qualités optiques du microscope, est assez grande pour supporter un agrandissement ultérieur de 3 à 4 fois.

Diverses dispositions, dans le détail desquelles il est inutile d'entrer, permettent de régler convenablement les positions de la lampe, du filament et du microscope.

Le cylindre enregistreur est enfermé dans une enveloppe impénétrable à la lumière et munie d'une fente de $\frac{1}{20}$ de millimètre de largeur, qu'un volet démasque automatiquement quand le cylindre est en place. Un déclic permet la mise en route au moment voulu et un butoir automatique arrête le cylindre quand il a effectué un tour complet.

Sensibilité. — Si l'appareil doit être employé à poste fixe, le filament peut être pris suffisamment fin pour que le spot se déplace de 4^{mm} à 5^{mm} par volt, les plateaux étant à une distance de quelques millimètres et maintenus à une différence de potentiel de 100 à 120 volts.

Dans le cas où l'électromètre doit être employé dans un ballon, il convient de prendre un filament plus solide et l'on n'obtient plus que 0^{mm},5 environ par volt, ce qui permet encore d'apprécier sans peine le dixième de volt.

Pour la mesure de fortes différences de potentiel (potentiel atmosphérique, par exemple), il est facile de réaliser, avec le même instrument, une sensibilité d'un ordre entièrement différent. Il suffit de prendre un filament plus court et d'écarter beaucoup les plateaux. L'étendue de l'échelle peut alors atteindre 1000 ou 2000 volts.

Influence d'une inclinaison de l'instrument sur la position du zéro. — La force antagoniste étant produite par l'élasticité du filament, l'appareil peut fonctionner dans n'importe quelle position. Il est commode de le placer de telle sorte que les deux brins du filament soient horizontaux, le plan qui les contient étant vertical : les déviations se font alors dans un plan horizontal ; ce cas est celui de l'instrument simplement posé sur une table. Si l'électromètre doit être placé sur un support mobile tel que la nacelle d'un ballon, et exposé ainsi à de légers changements d'orientation, il convient de le disposer de telle sorte que les déviations se produisent dans un plan vertical. On voit

aisément qu'une inclinaison, même de quelques degrés, ne fait alors varier la position du zéro que d'une quantité tout à fait négligeable.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du glucinium et sur ses bandes, dans diverses sources lumineuses.* Note de MM. **Lecoq de Boisbaudran** et **A. de Gramont**.

L'existence d'un spectre de bandes du glucinium a été signalée par Hartley en 1883, puis par Demarçay en 1885. Une seule des bandes, la bleue, a été mesurée par Hartley et Ramage (1). Bien antérieurement aux auteurs que nous venons de citer, M. Lecoq de Boisbaudran avait fait un dessin de deux bandes, l'une verte, l'autre bleue, obtenues par la décharge de l'étincelle non condensée sur une solution concentrée de chlorure de glucinium; mais ce dessin n'avait jamais été publié. Ayant maintenant formé le projet de faire figurer ce dessin parmi les planches d'un nouvel atlas d'analyse spectrale auquel nous collaborons, nous avons repris l'étude du spectre de bandes du glucinium et des conditions variées où il se manifeste. Nous résumons ici les résultats de cette étude, poursuivie par les procédés spectrographiques, avec des dispositifs déjà décrits par l'un de nous (2), et spécialement avec un spectrographe à prisme en flint de Rutherfurd. L'emploi de la photographie nous a permis de reconnaître une troisième bande qui, notablement plus faible que les deux autres, se trouve dans l'indigo, et peut être observée directement à la vue sans difficulté. Nous donnons ici les longueurs d'ondes λ des arêtes, tournées vers le violet, de ces bandes, qui ont été mesurées par coïncidences spectrographiques avec les spectres d'étincelle du fer, de l'antimoine et de l'aluminium, sur plusieurs clichés. Ces mesures sont rapportées au spectre normal de Rowland. Nous donnons, en regard, leurs inverses, ou fréquences d'oscillations N, et les intensités *i* obtenues sur des plaques Wratten spécialement sensibilisées pour le vert avec de l'orange d'acridine. Malgré cela, la bande verte présente, à l'observation directe, une intensité très notablement plus forte que celle que nous portons ici (max. 10).

(1) *Trans. Dublin. Roy. Soc.*, 2e série, t. VII, 1901.

(2) *Spectres de dissociation* (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVII, août 1909).

Bande verte β.

λ.	N.	i.	
5056,4	19776,9	5	arête principale
5077,5	19694,7	5	»
5096,9	19620,0	4	»
5114,2	19553,2	3	»
5130,0	19493,2	1,5	»
5144,0	19440,1	0,5	»
......	....	...	

Bande bleue α.

4709,0	21235,9	10	arête principale
4733,4	21126,5	9	»
4756,0	21026,1	6	»
4777,0	20964,4	5	»
4798,2	20841,2	3	»
4815,3	20767,1	1	»
4829,0	20708,2	0,5	»
......	....	....	

Bande indigo γ.

4428,0	22583,6	5	arête principale
4452,2	22460,8	5	»
4475,1	22345,3	5	»
4497,2	22236,0	4	»
4517,4	22136,1	3	»
4536,3	22044,4	1,5	»
4554,0	21958,7	0,5	»

A l'observation directe du spectre d'étincelle non condensée, M. de Boisbaudran avait obtenu les positions suivantes des bandes verte β et bleue α.

	Mic.	(Angstr.)
β....................	131,57	505,2
α....................	150,78	470,9

Ces bandes sont surtout bien développées et intenses dans les spectres de flammes des chalumeaux, et surtout du chalumeau oxyacétylénique, en introduisant graduellement, dans la flamme bleue de celui-ci, un filtre de papier lavé aux acides, imprégné d'une solution de chlorure de glucinium, ou qui renferme simplement de la glucine précipitée. Suivant l'importance du chalumeau et la grosseur de son ouverture, on peut avoir les trois bandes

bien développées avec des poses variant de 4 à 45 minutes, sur les plaques dont nous avons parlé.

Nous avons observé ces bandes avec les mêmes intensités relatives, dans l'arc électrique, en y introduisant de la glucine ou de l'émeraude béryl; mais, avec ce dernier minéral, les bandes de l'aluminium viennent s'entremêler à celles du glucinium, et persistent plus longtemps que celles-ci, qui disparaissent rapidement, à cause de la plus grande volatilité de la glucine.

Comme nous l'avons dit, l'étincelle non condensée jaillissant sur une solution de chlorure de glucinium donne aussi ces bandes, mais on augmente beaucoup leurs intensités en intercalant dans le secondaire de la bobine une condensation de 2 jarres (0,0054 microfarad) avec des self-inductions croissantes que nous avons portées jusqu'à 0,122 henry. Dans ces conditions, nous avons aussi photographié les trois bandes sur un même cliché, en faisant usage de l'appareil à tubes capillaires de silice décrit ici par l'un de nous [1], et avec une pose d'une heure. L'étincelle décompose le chlorure avec un dépôt abondant de glucine, qui obstruerait les tubes si la solution était très concentrée. Avec la condensation et la self, on a alors, en plus du spectre de bandes, la raie 4572,9 du glucinium, et dans l'ultraviolet, si l'on opère avec un spectrographe en quartz, le spectre de lignes déjà connu du glucinium. Nous y rappellerons l'importance du doublet 3131,2; 3130,5, constituant les raies ultimes du glucinium et dont l'extrême sensibilité dans les liquides avait été reconnue par M. Hartley. Ce doublet se présente généralement comme confondu en une seule grosse raie, que nous avons aussi reconnue d'une grande sensibilité dans les sels fondus, notamment avec le carbonate de lithium en fusion, étincelle condensée, contenant en suspension une faible quantité de glucine ou d'émeraude béryl.

Aussi bien que dans les liquides, le doublet 3131, dans les sels fondus, n'est pas affaibli en présence d'une forte self-induction; il appartient d'ailleurs aussi au spectre d'arc, et présente bien ainsi tous les caractères des raies ultimes. Il en est de même du doublet à composantes très voisines confondues en une seule raie 3321, mais dont la sensibilité est moindre.

Si l'on photographie sur une même plaque le spectre de bandes du glucinium et celui de l'aluminium, on est frappé de leur extrême similitude, qui se confirme encore par la comparaison des fréquences des bandes homologues. Les intensités relatives sont aussi les mêmes.

---

(1) *Appareil destiné à la production des spectres d'étincelle des solutions* (*Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1171).

La bande Glβ 5056,4 correspond à Alβ 5079,5;
» Glα 4709,0 » Alα 4842,4;
» Glγ 4428,0 » Alγ 4648,1.

La place dont nous disposons ici ne nous permet pas d'insister davantage sur cette comparaison. Remarquons seulement que le doublet ultime Gl 3131,2; 3130,5, correspond à celui de l'aluminium 3961,7; 3944,2, d'une très grande sensibilité aussi.

Comme impuretés, ou traces de matières étrangères qui accompagnent le glucinium, nous avons reconnu par leurs raies ultimes le fer, l'aluminium, le calcium, le cuivre et le plomb.

BOTANIQUE. — *Sur le genre* Spermolepis *de La Nouvelle-Calédonie et ses rapports avec le genre* Schizocalyx. Note de M. **Édouard Heckel**.

Brongniart et Gris créèrent, en 1863, un genre *Spermolepis* pour des Myrtacées néo-calédoniennes formant deux espèces dont la première, *Sp. gummifera*, est un grand arbre de 25^m produisant une tannorésine très abondante (1), et l'autre un arbuste, tannifère aussi, mais à un bien moindre degré : le *Sp. rubiginosa*. Le nom de *Spermolepis*, emprunté à un caractère reconnu inexact plus tard par les descripteurs (1870), fut maintenu, bien qu'il existât déjà (1825) un genre *Spermolepis* de Rafinesque parmi les Ombellifères (*Apium*). Toutefois Brongniart et Gris, ayant constaté, dans leur *Spermolepis rubiginosa*, l'absence complète dans l'ovaire de graines pourvues d'ovules avortés disposés en squammes autour d'elles et à leur base, séparèrent cette espèce du genre et la rattachèrent au *Schizocalyx* des Myrtacées de Berg (2). Il existait déjà un *Schizocalyx* dans les Rubiacées (de Weddel, 1854), un autre dans les Salvadoracées (Dobera) de Hochstedt (1844) et enfin un autre de Scheele (1843) identifié à *Origanum* de Tournefort. La nouvelle espèce de Brongniart et Gris prit le nom de *Schizocalyx rubiginosa* et le genre de Myrtacées s'accrut, même pour ce qui touche à la Nouvelle-Calédonie, d'une autre espèce *S. neo-caledonica*

(1) Heckel, *Flore du Prony* (Nouvelle-Calédonie) (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 1892).

(2) Berg a lui-même identifié l'unique espèce de son genre *Schizocalyx* des Myrtacées (*Sch. Pohlianus*) à son genre *Calycorectes* des Myrtacées, qui n'existe plus dès lors.

Brongniart et Gris qui, en réalité, se confond avec *S. rubiginosa*. Il en résulte que le genre *Spermolepis* de Brongniart et Gris ne renferme qu'une seule espèce; qu'il est créé sur une simple apparence morphologique et que la seule espèce actuelle *Sp. gummifera*, devrait aussi, la gomme n'entrant que d'une façon négligeable dans la composition de son abondant exsudat sécrété par les nombreux organes de sécrétion que je vais faire connaître, s'appeler *tannifera*. Le tannin est en effet la partie dominante de cette abondante sécrétion (80 pour 100 *acide gallotannique* et 20 pour 100 *résine*). J'ai proposé depuis longtemps cette modification au nom spécifique.

Les écailles entourant le spermoderme examinées anatomiquement sont bien en effet des ovules avortés comme le voyaient Brongniart et Gris et j'ajoute qu'elles sont retenues autour des graines fertiles par une sécrétion résultant du jeu des papilles situées à la base de l'ovule avorté en squamme. Mais l'anatomie de la tige révèle aussi une structure spéciale qui ne se trouve pas dans les *Schizocalyx*, pas même dans *Schizocalyx rubiginosa*.

La coupe soit transversale soit longitudinale de la tige ou du rameau adulte de *Spermolepis gummifera* nous présente un épiderme à cuticule très épaisse, pas de périderme. Une écorce, généralement parenchymateuse avec grosses cellules scléreuses isolées ou par petits groupes, est pourvue de poches sécrétices occupant la région externe. La stèle débute par un péricycle formé de paquets fibreux dissociés. La couche libéroligneuse est normale. La zone périmédullaire renferme des faisceaux criblés comme chez toutes les Myrtacées et de nombreux *canaux sécréteurs schizogènes disposés en deux cercles concentriques dont le plus externe est formé d'organes alternant avec les massifs libériens et quelquefois engainés par eux* (en calotte externe sur la coupe transversale). Ces canaux sécréteurs s'anastomosent entre eux et contiennent de la tannorésine [1].

Au centre de la moelle, on voit de grosses cellules scléreuses identiques à celles de l'écorce. On trouve également des éléments tannifères développés d'une part au détriment des cellules du parenchyme libérien normal externe et d'autre part au détriment des cellules parenchymateuses de la

---

(1) Aucun des mémoires originaux qui traitent des canaux sécréteurs dans l'ensemble des végétaux n'en a signalé dans les Myrtacées, où on ne relève que des poches sécrétrices dans divers tissus et jamais dans la moelle. Elles n'y ont pas été constatées jusqu'ici. Le fait de l'existence des canaux sécréteurs anastomosés entre eux dans la moelle des Myrtacées paraît donc particulier aux *Spermolepis* dans cette famille.

zone périmédullaire. Ces éléments tannifères allongés sont dirigés suivant l'axe de la tige et placés bout à bout, comme des sortes de laticifères.

L'ensemble de ces faits m'a paru devoir être signalé. Ils suffisent, ce qui n'avait pu se faire jusqu'ici, à expliquer, par le jeu des appareils sécréteurs divers disposés dans les différents tissus et qui tous contiennent et sécrétent uniformément de la tannorésine, comment cet arbre est le plus abondant et le plus riche producteur de tannin connu jusqu'ici. Il est fâcheux que ce végétal, en voie de disparition dans sa patrie ([1]), ne soit pas l'objet d'une attention plus marquée à un moment où l'industrie de la tannerie est si préoccupée, en vue de la préparation future des extraits tannants, des matières premières nécessaires à cette fabrication. Les forêts de chêne et de châtaignier disparaissent de jour en jour sous la hache des bûcherons à la solde des tanneurs. Ce *Spermolepis tannifera*, qui viendrait certainement dans nos colonies d'Algérie, serait une ressource précieuse en cas de disette prévue.

J'ajoute que les feuilles adultes sont bien ponctuées, comme l'indiquent Brongniart et Gris, mais il y a deux sortes de ponctuations : les plus nombreuses qui sont petites, pellucides, constituant des poches sécrétrices, et les autres qui sont plus grandes, rouges et beaucoup plus rares reconnaissent une tout autre origine. Elles résultent de l'accumulation, dans les cellules bordantes des stomates déformés et dans le stomate lui-même, d'une certaine quantité de la tannorésine qui abonde dans toute la plante et se forme plus particulièrement dans la tige de l'arbre et par zones concentriques (quand il est jeune), se continuant à l'état adulte et s'accentuant quand l'arbre vieillit, ainsi que je l'ai fait connaître dans mon étude sur les plantes de la baie du Prony (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 1892) en donnant la composition chimique de cette tannorésine. Ce cas, pour la feuille, peut être rapproché de celui que j'ai constaté dans les feuilles des *Conifères* à résine, où se voit la même accumulation, dans les stomates, de matières résineuses, à un certain âge de la plante. Les

---

([1]) Tous ceux qui se sont occupés de ce végétal sur place (Jeanney, Sébert et Pancher) ont constaté que, dans les forêts de *Chêne gomme* (c'est le nom vulgaire de cet arbre), la disparition des pieds par la hache des forestiers n'est pas suivie d'une repousse du même végétal. Il vient à la place des essences toutes différentes. Je crois bien que ce fait tient à ce que les graines réputées fertiles et que j'ai décrites comme telles ne germent pas. J'en ai vainement essayé la germination avec des graines cependant aussi fraîches que le comportent les distances, c'est-à-dire recueillies depuis deux mois au plus.

mêmes ponctuations rouges (*tannorésineuses*) se forment dans l'épiderme de la tige et des rameaux de *Spermolepis tannifera*.

Quant au *Schizocalyx rubiginosa* Bgt. et Gris (ou encore *Sch. neo-caledonica* Bgt. et Gris, ce qui est tout un), il ne renferme ni dans sa tige ni dans ses rameaux (feuilles et fleurs comprises) aucun des canaux sécréteurs qui abondent dans *Spermolepis tannifera*. A la coupe transversale de la tige, on trouve un épiderme à cuticule très épaisse, un périderme formé de trois couches continues de cellules cylindriques, allongées radialement, scléreuses; une écorce parenchymateuse avec poches sécrétrices et grosses cellules isolées ou en petits groupes. La stèle est formée d'abord par un péricycle fibreux en paquets cellulaires dissociés. La couche libéroligneuse est normale, mais, au-dessous des faisceaux criblés de la zone périmédullaire, on trouve une moelle qui, à la périphérie, est pourvue d'une zone continue de cellules scléreuses. On voit combien anatomiquement diffèrent les deux espèces de *Spermolepis* autrefois admises.

L'*Index Kewensis* comprend *Schizocalyx rubiginosa* et *neo-caledonica* dans les Rubiacées en compagnie de *Schizocalyx bracteosa* Weddel (1854). Il n'y a pas de doute, le *Schizocalyx rubiginosa* Bgt. et Gris, qui ne forme qu'une seule espèce avec *Schiz. neo-caledonica* Bgt. et Gris, doit être placé dans les Myrtacées. On y trouve, en effet, des poches sécrétrices (écorces) et des éléments libériens périmédullaires. Je l'ai constaté. Cette réduction est déjà établie sur l'examen des caractères morphologiques et c'est, en effet, à cette interprétation que s'est arrêté M. Guillaumin dans son *Catalogue des plantes phanérogames de Nouvelle-Calédonie* (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1911).

On sait quel rôle important ont fait jouer certains anatomistes aux canaux sécréteurs considérés au point de vue histotaxique. Leur prétendue constance dans certaines familles a servi de base à des classifications qu'on pouvait croire bien établies. Or M. Jacob de Cordemoy a montré récemment (*Ann. Sc. Nat.*, vol. 1910, p. 287) que dans certaines Guttifères de Madagascar, vivant sur des sols différents (siliceux ou calcaires), ces organes pouvaient exister, s'amoindrir ou même disparaître, dans la même espèce, sous l'influence de l'état chimique de ces sols; je viens de montrer moi-même une espèce indiscutablement propre aux Myrtacées, famille où l'on ne connaissait jusqu'ici aucune trace de canal sécréteur, où il en existe de médullaires et de périmédullaires; MM. Cotte et Reynier (*Bull. de la Soc. bot. de France*, t. LVII, 1910, p. 62) ont démontré que dans un *Rhus coriaria* L. à feuilles anormales recueilli aux environs de Marseille, il

existe des canaux sécréteurs petits à la périphérie de la moelle, alors qu'il ne s'en trouve jamais dans le type normal. Enfin M. Planchon, dans une étude anatomique sur l'*Erythrophlaeum densiflorum* Mérill (*Annales du Musée colonial de Marseille*, 1911), a démontré l'existence de canaux sécréteurs dans l'écorce de cette espèce, alors que dans aucune des autres espèces vivantes, dont il a publié l'étude complète au point de vue anatomique et morphologique (*loc. cit.*, 1907), il n'a signalé aucune trace d'organes de cet ordre. Ce végétal est particulier à Manille.

M. **Tisserand**, Président, et M. **Louis Passy**, Secrétaire perpétuel de la Société d'Agriculture de France, font hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Séance solennelle du cent cinquantenaire de la Société, du 22 mars* 1911.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de M. Louis Passy, intitulées : *Cent cinquantième anniversaire de la Société nationale d'Agriculture de France, discours prononcé le* 22 *mars* 1911, et *Notice sur la vie et les travaux de Albert de Lapparent.*

MM. **Emm. de Margerie** et **C. Sauvageau** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Wolf* (1911 *a*). *Observations faites à Nice* (*équatorial de* $0^m,76$ *d'ouverture*). Note de M. **Javelle**, présentée par M. Bassot.

Dates. 1911.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δ℘.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	℘ apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juill. 15....	9.40.20	−1.39,80	+1.20,5	12:10	18.23. 6,89	$\bar{1},141_n$	74.44.56,5	$0,630_n$	1
» 20....	10.27.45	−3. 2,12	+3.28,3	18: 6	18.18.37,91	$\bar{3},096_n$	74.48.50,0	$0,622_n$	2
» 21....	9.44.41	+1.18,41	−3.44,3	21:10	18.17.48,13	$\bar{2},873_n$	74.51. 6,7	$0,627_n$	3
» 22....	10.36.51	+0.25,68	−1.37,8	16:10	18.16.55,40	$\bar{2},526$	74.53.13,0	$0,625_n$	4

Dates. 1911.	Temps moyen de Nice.	Δα.	ΔⓅ.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	Ⓟ apparente.	Log. fact. parall.	★
Juill. 26....	h m s 10. 0.39	m s +0.45,33	+1′. 4″,7	20:10	h m s 18.13.43,04	$\bar{3}$,158	75°. 3′.56″,8	0,625$_n$	5
» 27....	9.32.53	+1. 6,69	+2.11,1	15:10	18.12.58,32	$\bar{2}$,620$_n$	75. 7.27,4	0,627$_n$	6
» 28....	9.26.23	+0.21,93	+6. 8,6	20:10	18.12.13,55	$\bar{2}$,655$_n$	75.11.24,5	0,630$_n$	7
» 29....	9.34.16	+0.39,66	−3.50,7	14: 7	18.11.30,05	$\bar{2}$,335$_n$	75.15.33,5	0,630$_n$	8

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Ⓟ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1...	9,1	h m s 18.24.44,39	s +2,30	° ′ ″ 74.43.34,1	″ +1,9	Berlin, A., 6823
2...	9,0	18.21.37,74	+2,29	74.45.20,5	+1,2	Berlin, A., 6784
3...	8,9	18.16.27,43	+2,29	74.54.49,9	+1,1	Berlin, A., 6735
4...	»	»	+2,29	»	+0,9	»
5...	8,9	18.12.55,43	+2,28	75. 2.51,7	+0,4	Leipzig, I, 6519
6...	9,5	18.11.49,35	+2,28	75. 5.16,3	0,0	B.D.+14°,3464, rapportée à Leipzig, I, 6519
7...	»	»	+2,27	»	−0,4	» »
8...	8,9	18.10.48,12	+2,27	75.19.25,0	−0,8	Leipzig, I, 6498

Remarques. — Depuis la première observation (5 juillet), la comète a toujours conservé le même aspect, c'est-à-dire qu'elle apparaît comme une nébulosité extrêmement faible, de 10″ au plus d'étendue avec noyau de grandeur bien inférieure à 14.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Brooks* (1911 *c*), *faite à l'Observatoire de Marseille* (*équatorial d'Eichens*, 0^m,26 *d'ouverture*), *par M.* **Esmiol**. Note présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔⓅ.	Nombre de compar.	R apparente.	Log. fact. parallaxe.	Ⓟ apparente.	Log. fact. parallaxe.	★.
Juil. 22...	h m s 14.16. 2	m s +1.40,65	+3′.28″,7	18: 6	h m s 22.12.19,75	+$\bar{3}$,689	67°.58′.33″,1	−0,503	*a*

Position de l'étoile de comparaison.

★	Gr.	R moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Ⓟ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorité.
a...	6,7	h m s 22.10.35,07	s +2,07	° ′ ″ 67.55. 7,1	″ −2,7	A.G., Berlin B., 8567

Remarque. — La comète a l'aspect d'une nébulosité vaguement ronde d'un diamètre d'environ 0′,2, présentant une partie centrale plus brillante, d'un éclat de 12e grandeur.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1911 *c*), *faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes, par M.* **Borrelly**. Note présentée par M. B. Baillaud.

Comète Brooks, 1911 *c*.

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
Juill. 22...	10h32m11s	−0m33s,07	+ 0′16″,8	7:7	22h12m27s,63	$\bar{1}$,578	68°3′37″,5	−0,623	1
» 23...	14.35.4	−1.2,63	− 7.25,3	5:5	22.11.28,64	+$\bar{2}$,718	67.25.21,8	−0,491	2

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moy. 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1......	8	22h12m58s,64	+2s,06	68°3′23″,5	−2″,8	½ [Berlin, 8586 + Munich, 30621]
2......	7	22.12.29,19	+2,08	67.32.50,0	−2,9	½ [Berlin, 8584 + Munich, 30607]

Remarques. — Le 22, la comète est faible 11-12 et difficile à observer au chercheur; elle a environ 1′ d'étendue avec légère condensation au centre.

Le 23, la comète est plus facile à observer, elle paraît avoir gagné un peu en éclat depuis la veille.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales.* Note de M. A. **Korn**, transmise par M. Émile Picard.

Reprenons les notations de ma Note précédente (*Comptes rendus*, 17 juillet 1911) et la supposition de deux noyaux $k'(x, y)$ et $k(x, y)$, symétriques et réciproques par rapport au noyau $K(x, y)$; j'avais d'abord cru que les conclusions de ma Note ne s'appliquaient qu'à des noyaux $K(x, y)$ dont toutes les valeurs singulières λ_j sont réelles, ayant en vue surtout les applications à la Physique mathématique (¹). Cette restriction n'est pas nécessaire; on n'a qu'à ajouter la remarque suivante:

(¹) Dans ma Note précédente *il faut lire* : Dans les cas les plus intéressants pour la Physique mathématique, les valeurs singulières λ_j seront toujours réelles, *au lieu de* : Dans ce cas, les valeurs singulières λ_j seront toujours réelles.

Désignons par $\overline{\psi}$ un terme ψ dans lequel on aura changé $(+i)$ en $(-i)$, alors on aura dans le cas où le nombre des valeurs singulières λ_j est limité :

$$k'(x, y) = \sum_j \sum_{\rho=1}^{n_j} \sum_{k=0}^{\varphi_{j\rho}} \varphi'_{j,\ \rho^k}(x)\, \overline{\varphi}'_{j,\ \rho^k}(y),$$

$$k(x, y) = \sum_j \sum_{\rho=1}^{n_j} \sum_{k=0}^{\varphi_{j\rho}} \varphi_{j,\ \rho^k}(x)\, \overline{\varphi}_{j,\ \rho^k}(y).$$

Si le nombre des λ_j est infini, ces développements ne seront pas uniformément convergents dans l'intervalle

$$0 \leqq x \leqq 1, \qquad 0 \leqq y \leqq 1,$$

mais ils le seront pour les fonctions

$$k'_1(x, y), \quad k'_2(x, y), \quad \ldots,$$
$$k_1(x, y), \quad k_2(x, y), \quad \ldots,$$

à partir d'un indice fini.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur le poids moléculaire de l'émanation du thorium.* Note de Mlle **May Sybil Leslie**, présentée par M. P. Villard.

La méthode d'effusion par un petit trou, utilisée par M. Debierne (¹), pour déterminer le poids moléculaire de l'émanation du radium, s'applique aussi à la mesure du poids moléculaire de l'émanation du thorium, et cette détermination a été faite au laboratoire de Mme Curie avec l'appareil employé par M. Debierne. Quelques modifications ont été nécessaires à cause de la vie très courte de cette dernière émanation et du peu d'intensité du rayonnement pénétrant émis par le dépôt actif de thorium.

Il faut placer la substance donnant l'émanation, un produit de radiothorium assez fort, dans l'appareil même. On détermine les quantités relatives d'émanation par l'activité qui se dépose sur les parois intérieures d'un tube métallique se trouvant à l'intérieur de l'appareil. On mesure cette activité par un électroscope Laborde.

Le récipient de 50^{cm^3} de volume, contenant de l'émanation, constitue une jauge de Mac Leod qui sert à mesurer la pression du gaz ordinaire, l'oxygène nécessaire pour éta-

(¹) M. Debierne, *Comptes rendus*, t. 150, n° 26, 27 juin 1910, p. 1740.

lonner l'appareil, mais non pas celle de l'émanation. L'émanation passe par quelques petits trous percés dans une lame de platine de $\frac{1}{100}$ de millimètre d'épaisseur, dans un réservoir quarante fois plus grand que le premier, où le vide est fait par une pompe Gaede. Quand la pression totale est très faible, de l'ordre de quelques centièmes de millimètre de mercure, la loi d'écoulement n'est pas modifiée par la présence d'un gaz étranger. On peut interrompre complètement la communication entre les deux réservoirs par un robinet à large voie. Le radiothorium se trouve dans un vase de 6^{cm^3} de volume, attaché au petit récipient. Ce vase contient aussi un petit tube d'anhydride phosphorique pour absorber la vapeur d'eau et est pourvu d'une sorte de robinet-bouchon qui permet de tenir le radiothorium dans le vide quand il faut laisser entrer de l'air dans l'autre partie de l'appareil. Cette précaution est bien nécessaire parce que le radiothorium est à l'état de poudre fine qui absorbe très facilement de l'air et le dégage de nouveau dans le vide en quantité assez grande pour gêner la diffusion de l'émanation dans l'appareil et ainsi faire varier les activités obtenues.

Voici la description de la marche d'une expérience. Le cylindre inactif est placé dans l'appareil qui est ensuite vidé. La communication est établie avec le vase contenant le radiothorium et la communication avec le grand réservoir est fermée. L'appareil est abandonné à lui-même pendant un jour ou deux, puis le cylindre est enlevé et l'activité mesurée. L'expérience est ensuite répétée dans les mêmes conditions, sauf que la communication avec le réservoir est ouverte et qu'une partie de l'émanation s'écoule par les trous, de sorte que le cylindre a moins d'activité qu'auparavant. La poudre semble dégager d'une manière constante, dans le vide, une petite quantité de gaz, de sorte que, quand les trous sont fermés, la pression augmente plus que quand ils sont ouverts. Dans le premier cas, on trouve à la fin une pression de 12 ou 13 millièmes de millimètre de mercure et dans le deuxième 7 ou 8 dix-millièmes; mais en faisant des expériences avec les trous ouverts, et en laissant dans l'appareil une pression de gaz de ce même ordre de grandeur, on peut constater qu'elle n'est pas assez grande pour affecter les activités.

Les activités trouvées en divisions de chute de la feuille de l'électroscope pour un jour d'activation sont, avec les trous fermés, 0486, 0,476, 0,479 et 0,477, moyen 0,480, et, avec les trous ouverts, 0,276, 0,279, 0,274 et 0,281 (sous pression), moyen 0,278, et pour deux jours d'activation avec les trous fermés 0,631 et 0,627, moyen 0,629, et avec les trous ouverts 0,359 et 0,363, moyen 0,361. Une activation de quatre jours sous pression a donné une activité de 0,380 qui se concorde très bien avec les autres résultats si l'on tient compte de la période du thorium A.

Le coefficient d'effusion se calcule de la façon suivante. Si la quantité d'émanation produite par unité de temps est a, la quantité d'émanation

présente, quand les trous sont fermés, q, et la quantité, quand ils sont ouverts, q', et si ensuite λ est le coefficient radioactif et μ le coefficient d'effusion de l'émanation, on a : $a = \lambda q = (\lambda + \mu) q'$, puisque, quand il y a équilibre dans l'appareil, la quantité d'émanation formée est égale à la quantité qui disparaît.

Donc

$$\lambda q = (\lambda + \mu) q' \quad \text{et} \quad \frac{q}{q'} = \frac{\lambda + \mu}{\lambda},$$

Les quantités d'activité produites sur le cylindre pour les mêmes périodes de temps sont proportionnelles aux quantités d'émanation présentes, de sorte que le rapport de q à q' est le rapport des activités du cylindre sans trous et avec trous qui sont trouvées par expérience; λ étant aussi connu, μ peut être calculé. Pour trouver le poids moléculaire, μ est comparé avec le coefficient d'effusion de l'oxygène. Le poids moléculaire varie en raison inverse du carré du coefficient d'effusion.

Pour déterminer le coefficient d'effusion pour l'oxygène, on enlève le radiothorium, le tube à anhydride phosphorique et le cylindre métallique, et l'on remplace leur volume par un volume égal de mercure que l'on met dans le petit vase. Puis on introduit dans l'appareil une certaine quantité d'oxygène, on mesure la pression et le volume, on le laisse s'écouler par les trous pendant quelque temps, on mesure de nouveau, et ainsi de suite. Puis on calcule μ par la formule $pv = pv_0 e^{-\mu t}$. Les expériences ont donné comme valeur moyenne pour μ $2,38 \times 10^{-2} \frac{1}{\text{sec.}}$.

Comme on le voit par la formule, λ, pour l'émanation, intervient dans le calcul du poids moléculaire. Hahn [1] a trouvé 54 secondes pour la période et Bronson [2] 53,3. Si la période est 54 secondes, les activités trouvées pour un jour d'activation donnent 210 comme poids moléculaire et pour deux jours 201, et si elle est 53,3 secondes, les activités pour un jour donnent 203 et pour deux jours 194. Une différence de 1 pour 100 dans l'activité peut faire une différence de 5 pour 100 dans le poids moléculaire calculé, mais on voit par ces chiffres que le poids moléculaire de l'émanation de thorium est dans le voisinage de 200.

---

(1) HAHN, *Jahrb. d. Rad.*, 1905, p. 233.

(2) BRONSON, *Amer. Journ. Sc.*, février 1905.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite.* Note de M. **Edm. van Aubel**, transmise par M. G. Lippmann.

S. C. Laws ([1]) a étudié le changement de résistance électrique des métaux dans un champ magnétique à différentes températures. Il a montré que le graphite est, après le bismuth, la substance dont la résistance augmente le plus dans le champ magnétique. Les filaments de charbon des lampes à incandescence ne présentent pas cette particularité.

D'autre part, von Ettingshausen et Nernst ([2]) ont mesuré le phénomène de Hall dans un morceau de charbon compact d'un élément Bunsen. Ils ont trouvé les valeurs suivantes pour le coefficient de rotation R de l'effet Hall :

Bismuth..................	−10,1
Charbon..................	− 0,176
Antimoine................	+ 0,192

H. Zahn ([3]) a mesuré l'intensité du phénomène de Hall dans une plaque de charbon provenant d'une membrane de microphone et a obtenu pour le coefficient R ci-dessus :

$$R = -0{,}160,$$

mais il n'a pu observer l'effet thermomagnétique dans cette substance.

Suivant Nernst ([4]), un échantillon tendre et un échantillon très dur de charbon de cornue ont donné pour le coefficient Q de l'effet thermomagnétique transversal

$$Q = -0{,}0001,$$

valeur très petite, alors que le bismuth donne

$$Q = -0{,}132$$

et l'antimoine

$$Q = -0{,}00887.$$

Ces résultats m'ont engagé à étudier dans le graphite le phénomène de Hall, c'est-à-dire la différence de potentiel résultant de l'action d'un champ magnétique sur un courant électrique normal aux lignes de force de ce champ.

([1]) *Philosophical Magazine*, 6e série, t. XIX, 1900, p. 685.

([2]) *Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der Akademie der Wissenschaften, Vienne*, t. XCIV, 2e section, 1886, p. 562.

([3]) *Annalen der Physik*, 4e série, t. XIV, 1904, p. 897 et 924.

([4]) *Dissertation inaugurale de l'Université de Wurzbourg*, 1887, p. 16.

Les expériences ont été faites sur une plaque d'antimoine pur [1] (Kahlbaum) et sur une plaque taillée dans un morceau de graphite de Sibérie très homogène. Ces plaques, qui avaient les mêmes dimensions, étaient successivement placées dans le champ magnétique normalement aux lignes de force.

1. *Effet Hall.* — Les électrodes de Hall étaient constituées par deux petites pinces, sous lesquelles on interposait un morceau de feuille d'étain pour assurer un bon contact. Elles étaient réunies aux bornes d'un galvanomètre Deprez-d'Arsonval très sensible et les déviations du miroir de cet instrument étaient observées avec une lunette. Ces électrodes de Hall n'étant pas disposées exactement sur deux lignes équipotentielles, la bobine du galvanomètre déviait lorsque le courant primaire traversait la plaque étudiée. Cette déviation a été annulée par compensation, suivant la méthode habituelle. Enfin, les mesures ont été effectuées à la température du laboratoire et l'intensité du champ magnétique a été maintenue constante.

Plaque d'antimoine. — L'intensité du courant primaire traversant la plaque est 1,168 ampère.

Lorsqu'on passe d'un sens de l'aimantation de l'électro-aimant au sens inverse, le miroir du galvanomètre tourne d'un angle qui correspond à 32,2 divisions de l'échelle. Cette déviation représente le double de l'effet Hall.

Plaque de graphite. — L'intensité du courant primaire traversant la plaque est 0,455 ampère.

Lorsqu'on passe d'un sens de l'aimantation de l'électro-aimant au sens inverse, le miroir du galvanomètre tourne d'un angle qni correspond à 67,3 divisions de l'échelle.

L'effet Hall est proportionnel à l'intensité du courant primaire dans la plaque. Nous pouvons donc calculer avec les résultats précédents les valeurs relatives du coefficient de rotation de Hall dans l'antimoine et le graphite. Divisant les déviations au galvanomètre par les intensités du courant primaire, nous obtenons :

27,5 pour l'antimoine et 148 pour le graphite.

---

(1) Voir Zahn, *loc. cit.*, p. 935.

Le graphite donne le phénomène de Hall dans le sens opposé à celui qu'on obtient avec l'antimoine et, par suite, dans le même sens que le bismuth pur, comme les autres variétés de charbon. Mais l'intensité du phénomène est très grande pour le graphite, soit plus de cinq fois ce que donne l'antimoine, et bien supérieure à ce qu'on obtient avec le charbon de pile. Le graphite vient immédiatement après le bismuth, dans la liste des coefficients de rotation de Hall.

Nous avons étudié encore une autre plaque de graphite de Sibérie, homogène, mais à texture feuilletée. Le plan de la plaque était parallèle aux feuillets; l'intensité de l'effet Hall a été trouvée égale à dix fois celle que donnait l'antimoine.

PHYSIQUE. — *Recherches sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins.* Note de M. **L. Dunoyer**, présentée par M. P. Villard.

Mes recherches préliminaires ont porté principalement sur le spectre de fluorescence du rubidium, et sur la polarisation de la lumière émise par les vapeurs de sodium, de potassium et de rubidium fluorescentes. Quant au cæsium, dont la volatilité est beaucoup plus grande que celle des autres métaux alcalins, et dont le spectre d'absorption a les mêmes caractères, on pouvait espérer qu'il donnerait à basse température une fluorescence brillante. Il n'en est rien, et à 350°, température à laquelle les vapeurs des trois autres métaux sont déjà très fluorescentes, je n'ai pu obtenir pour le cæsium qu'une fluorescence très faible, impossible à étudier avec le spectroscope dont je disposais. Cette fluorescence m'a paru rose violacée.

J'ai opéré avec des métaux amenés dans des tubes de verre par distillation dans le vide. Les tubes étaient scellés sous une pression de $0^{mm},0001$ de mercure.

Le grand inconvénient de l'emploi du verre est qu'il brunit rapidement sous l'action des métaux alcalins. Le cæsium paraît le plus actif à ce point de vue; à 350°, le verre brunit en quelques minutes. Vient ensuite le sodium, puis le potassium et enfin le rubidium qu'on peut chauffer pendant plusieurs heures à 350° sans que le verre cesse d'être incolore [1]. Mes recherches ont été limitées aux températures inférieures à 400°.

---

(1) J'ai essayé le verre de Thuringe, le verre de Bohême, beaucoup plus dur, et le verre Uviol, également très dur. C'est le premier, cependant assez mou à travailler, qui m'a donné, de beaucoup, les meilleurs résultats.

La disposition de l'expérience sera décrite ailleurs. La lumière excitatrice a toujours été la lumière blanche d'un arc au charbon.

Apparition de la fluorescence. — Pour le sodium, le spectre cannelé, vert, commence à apparaître vers 290°. C'est également la température indiquée par Zickendraht ([1]) qui employait un tube de Wood. Mais la raie D peut apparaître dans certaines conditions à une température bien inférieure, 210° environ. Quand on emploie du sodium rigoureusement pur dans un tube parfaitement vide, la fluorescence *n'est pas verte*, comme cela a lieu quand on vide d'air un tube contenant un morceau de sodium brut, mais elle est *jaune clair*. Si l'on admet avec Wood que la raie D fait partie du spectre de résonance des électrons contenus dans l'atome de sodium, tandis que le spectre cannelé est un spectre de fluorescence, plus complexe, on voit que plus le sodium est pur, plus le spectre de *résonance* est favorisé aux dépens du spectre de *fluorescence*. Ce fait explique que Wood, qui employait un métal forcément impur, eut d'abord beaucoup de difficultés pour faire apparaître la raie D en même temps que le spectre cannelé.

La fluorescence pourpre de la vapeur de potassium commence à apparaître vers 215°. Elle augmente rapidement d'éclat et devient extrêmement brillante vers 320°. C'est la plus facile à observer. Son spectre a été étudié, dans un tube d'acier, par Wood et Carter ([2]).

La vapeur de rubidium commence à devenir fluorescente vers 180°. C'est donc celle qu'on peut observer à la plus basse température. Elle est rouge pourpre et ressemble beaucoup à celle du potassium.

La fluorescence du cæsium fait son apparition vers 350°. Mais, au-dessus de cette température, elle augmente lentement, tandis que le verre brunit rapidement. Aussi paraît-elle fugitive.

Variation apparente, avec la température, de la fluorescence du rubidium. — De 200° à 320° environ, la fluorescence du rubidium augmente d'intensité en restant pourpre; mais, à partir de cette température, elle tourne graduellement à l'orangé et elle est tout à fait orangée à 400°. Le phénomène n'est pas dû au brunissement du tube, car il se reproduit identique en sens inverse.

Il est d'autant moins marqué que l'épaisseur de vapeur traversée par la lumière de fluorescence pour sortir du tube est plus faible. C'est en effet l'allure très différente du spectre de fluorescence et du spectre d'absorption qui rend compte de ce phénomène.

([1]) *Phys. Zeit.*, t. IX, 1908, p. 593.
([2]) *Phys. Rev.*, t. XXVII, 1908, p. 107.

Étudiée au spectroscope, la fluorescence se compose, aux températures comprises entre 200° et 300°, d'une bande rouge, dissymétrique, limitée assez nettement du côté des courtes longueurs d'onde, et s'étendant de $705^{\mu\mu}$ à $656^{\mu\mu}$ environ. Cette bande ne paraît pas cannelée, du moins avec une largeur de fente qui permet de séparer des raies distantes de $1^{\mu\mu},5$, et qui fait nettement apparaître les cannelures du spectre de fluorescence du sodium.

Quand la température s'élève et atteint par exemple 350°, il apparaît dans le spectre une bande qui s'étend dans l'orangé de $630^{\mu\mu}$ à $596^{\mu\mu}$. Cette bande augmente rapidement d'intensité avec la température, en même temps qu'elle semble se déplacer vers les grandes longueurs d'onde. A 400°, elle s'étend de $640^{\mu\mu}$ à $602^{\mu\mu}$, avec un maximum, vers $620^{\mu\mu}$, d'une intensité comparable à celle de la bande rouge vers 280°.

Cette bande suffirait à expliquer l'apparence orangée de la fluorescence à 400°, mais le changement d'aspect est encore plus grand à cause de la constitution du spectre d'absorption. Ce spectre a été déjà étudié par Bevan (1), surtout au point de vue des séries de lignes. Tel qu'il se présente dans les conditions où j'opère, il se compose principalement d'une bande qui le limite du côté des grandes longueurs d'onde et dont le bord apparent se déplace de $660^{\mu\mu}$ à $643^{\mu\mu}$ environ, quand la température passe de 260° à 400°. Cette bande finit donc par recouvrir complètement la bande rouge de fluorescence, qui disparaît si l'épaisseur de vapeur, traversée par la lumière de fluorescence pour parvenir à l'observateur, n'est pas très faible.

Il semble donc que le spectre de fluorescence du rubidium provoqué par la lumière blanche se compose principalement de deux bandes, l'une qui correspond directement à une bande d'absorption et l'autre apparaissant seulement à température plus haute, sans relation aussi apparente avec le spectre d'absorption.

Il faut noter cependant que les spectres d'absorption que j'ai observés possèdent une bande étroite à $633^{\mu\mu}$; cette bande, non signalée par Bevan, ne commence à apparaître que vers 350°.

Polarisation de la fluorescence. — Wood avait déjà observé la polarisation de la lumière émise par la fluorescence du sodium, que la lumière excitatrice fût non polarisée ou polarisée dans le plan passant par le rayon excitateur et la direction d'observation, cette direction étant perpendicu-

(1) *Proc. Roy. Soc.* A. 83, 1910, p. 421.

laire au rayon. J'ai repris cette expérience pour les trois métaux, en étudiant la manière dont la polarisation varie avec la température dans des conditions données.

Les courbes et les résultats numériques seront donnés ailleurs. On peut les résumer de la manière suivante :

1° Les courbes qui lient la polarisation partielle à la température ont la même allure pour un métal donné, que la lumière excitatrice soit polarisée ou non. Quand le vecteur électrique incident est dans le plan défini par le rayon incident et le rayon d'observation, la polarisation est nulle.

2° Dans son ensemble la polarisation diminue, comme Wood l'avait observé, quand la température s'élève. Pourtant les courbes obtenues pour le rubidium présentent un léger minimum vers 370°, tandis que les courbes relatives au sodium et au potassium présentent un léger maximum à température plus basse. Les premières ont leur concavité tournée vers le haut et les secondes vers le bas.

3° Quand la lumière excitatrice n'est pas polarisée, la polarisation est sensiblement la moitié de ce qu'elle est quand le vecteur électrique excitateur est perpendiculaire au plan d'observation. Elle est de l'ordre de 19 pour 100 dans le premier cas et de 37 à 38 pour 100 dans le deuxième. Ces valeurs sont supérieures à celles que Wood avait rencontrées.

4° La cause dépolarisante paraît bien être une action mutuelle, due à la température, des molécules fluorescentes. Car, si la vapeur n'est pas saturante, c'est-à-dire s'il n'y a pas excès de métal dans le tube, la polarisation est plus forte que si la vapeur est saturante. Mais c'est une action qui doit s'exercer entre molécules fluorescentes seules, car Wood n'a obtenu aucun changement dans la polarisation en introduisant dans son tube de l'azote, sous une pression de plusieurs millimètres (¹).

PHYSIQUE. — *Sur la masse des ions gazeux.*
Note de M. **William Duane**, présentée par M. P. Villard.

La question de savoir s'il existe des électrons positifs est un des plus importants problèmes de la Physique moderne. La solution qui paraît actuellement la meilleure consiste à mesurer le rapport $\frac{m}{e}$ de la masse à la

(¹) *Phil. mag.*, t. XVI, 1908, p. 184.

charge des particules qui portent l'électricité positive, dans des expériences aussi variées que possible. Comme on le sait, ce rapport a été mesuré pour les rayons canaux, les rayons X et les particules chargées positivement émises par des corps chauffés. Pour obtenir d'autres données, j'ai commencé l'année dernière des expériences qui ont pour but de mesurer le rapport $\frac{m}{e}$ pour les ions positif dans un gaz ionisé par des rayons tels que les rayons X, les rayons du radium, etc.

J'emploie dans ces expériences deux plateaux métalliques horizontaux fixés à une distance de 2^{cm} l'un de l'autre. Ils sont placés dans une petite boîte dans laquelle on peut faire un bon vide au moyen d'une trompe à mercure et de charbon refroidi à la température de l'air liquide. Le plateau inférieur est relié à une pile électrique, et le plateau supérieur est relié à un électroscope sensible. Tous les fils conducteurs et l'électroscope sont bien isolés et soigneusement protégés contre les rayons pénétrants.

Comme agent ionisant j'ai employé d'abord les rayons α émis par l'émanation du radium. Cette émanation est extraite de plus de 300^{mg} de chlorure de radium, obligeamment mis à ma disposition par Mme Curie dans son laboratoire. L'émanation se trouve dans une très petite sphère en verre, dont le volume ne dépasse pas 1 demi-millimètre cube, et dont les parois sont si minces que les rayons α peuvent facilement les traverser. La sphère est placée près de la boîte en face d'une petite fenêtre de mica mince par laquelle les rayons α pénètrent dans la boîte. Un épais bloc de plomb percé d'une petite fente arrête tous les rayons, sauf un mince faisceau qui traverse l'espace entre les deux plateaux, à la même distance (1^{cm}) de chacun des plateaux.

La boîte se trouve entre les pôles d'un électro-aimant, qui produit un champ magnétique parallèle aux plateaux et perpendiculaire au faisceau de rayons.

Supposons que les champs électrique et magnétique ont les valeurs X et $\mathcal{H}$. Un ion, qui au moment de sa production se trouve au repos en un point situé entre les plateaux ne suit pas une ligne de force électrique, mais il est détourné par le champ magnétique, et décrit une cycloïde (¹). La distance maximum d, mesurée dans la direction du champ électrique à laquelle il

(¹) J.-J. THOMSON, *Conduction of Electricity through Gases*, Chap. IV.

peut arriver est

$$d = 2\frac{m}{e}\frac{X}{\mathcal{H}^2};$$

et si l'ion se trouve au début à une distance du plateau supérieur plus grande que d, il n'arrive pas au plateau. L'effet d'un champ magnétique assez fort est alors de supprimer plus ou moins complètement le courant d'ionisation vers le plateau supérieur.

En étudiant cet effet et mesurant les champs on peut déterminer approximativement la valeur du rapport $\frac{m}{e}$ des ions, puisqu'ils sont produits à une distance de 1^{cm} à peu près du plateau.

Pour que le calcul s'applique avec exactitude il faut que l'ion soit libre, c'est-à-dire qu'il faut ioniser le gaz à une pression telle que le libre parcours soit de l'ordre de plusieurs centimètres. Il faut aussi que la vitesse d'un ion, due au champ, soit grande par rapport à sa vitesse au moment de sa production. Pour cette raison je n'emploie pas de champ électrique inférieur à 10 volts par centimètre.

Les rayons secondaires dus aux rayons de l'émanation portent une certaine charge au plateau, et il faut déduire cette charge des courants observés. Je détermine cette correction (en général petite), en faisant un vide aussi bon que possible avec le charbon et l'air liquide, et en mesurant les courants dans ces conditions, et je prends toujours, comme courant d'ionisation, l'augmentation du courant observée en laissant entrer dans la boîte une très petite quantité de gaz.

En mesurant les courants d'ionisation on observe ce qui suit : D'abord il y a une très grande différence entre les effets du champ magnétique sur les courants positif et négatif. Si le plateau inférieur est chargé à un potentiel de -50 volts le champ magnétique diminue le courant d'ionisation même à des pressions de plusieurs centimètres de mercure ; et à une pression de $0^{mm},01$ un champ de 140 gauss suffit pour supprimer sensiblement le courant. Si le plateau est chargé positivement au contraire, le champ magnétique ne produit un effet que pour les pressions inférieures à $\frac{2}{100}$ de millimètre.

Je n'ai pas observé un effet du champ magnétique (même de 2800 gauss) sur les ions positifs dans l'air, quand le champ électrique était supérieur à 25 volts par centimètre. D'autre part, avec un champ de 10 volts par centimètre, j'ai observé les courants indiqués dans le Tableau suivant :

Champ magnétique en gauss.	Courant dans l'air. Chute de potentiel en v : s. Pression 0^{mm},03.	Pression 0^{mm},008.	Courant dans l'hydrogène. Chute de potentiel en v : s. Pression 0^{mm},01.
0..........	0,0328	0,0118	0,0280
360..........	0,0312	0,0114	»
630..........	0,0312	0,0114	0,0219
1230..........	0,0318	0,0111	0,0173
1770..........	0,0312	0,0105	0,0138
2210..........	0,0318	0,0089	0,0125
2870..........	0,0312	0,0077	0,0105

Les résultats peuvent être expliqués en admettant que les ions négatifs à basse pression consistent entièrement en électrons, et que les ions positifs à basse pression sont formés en grande partie par des atomes d'hydrogène et des molécules d'azote (ou d'oxygène) dans l'air et dans l'hydrogène, chargés d'une ou deux charges élémentaires.

Le fait que les courants positifs ne sont pas complètement supprimés par le champ magnétique indique ou que le libre parcours n'est pas assez long ou qu'il existe encore des gros ions.

Le fait que le courant négatif est sensiblement supprimé par un faible champ magnétique indique que des ions négatifs de dimensions moléculaires n'existent pas à basse pression, c'est-à-dire les ions négatifs ne sont pas créés à partir des molécules par l'enlèvement des électrons positifs.

Le fait que sous l'action d'un champ électrique de 25 volts par centimètre le champ magnétique diminue beaucoup le courant positif dans l'hydrogène mais pas du tout dans l'air, indique que les ions positifs dans l'hydrogène sont beaucoup plus petits que dans l'air, et qu'il n'existe pas dans l'air, en quantité sensible, d'ions positifs de l'ordre de grandeur des particules, ou des ions d'hydrogène, ou plus petits encore.

Ces conclusions sont contraires à l'hypothèse de l'existence des électrons positifs dans les conditions de ces expériences.

PHYSIQUE. — *Sur les rayons β de la famille du radium.* Note de M. J. **Danysz**, présentée par M. P. Villard.

De nombreux travaux ont déjà été effectués sur les rayons β du radium et de ses descendants dans le but de déterminer leur composition.

Deux méthodes ont été employées : la première a été inaugurée par Henri Becquerel et consiste à dévier les rayons β par un champ magnétique et à étudier leurs trajec-

toires au moyen de plaques photographiques. La deuxième méthode consiste dans l'étude de l'absorption des rayons β par la matière : on admet qu'un faisceau de rayons β homogènes (c'est-à-dire de même vitesse) est absorbé par la matière suivant une loi exponentielle simple; il suffit alors, pour étudier un rayonnement β complexe, de construire la courbe représentant son absorption par une matière déterminée en fonction de l'épaisseur traversée, puis on s'efforce d'identifier cette courbe avec une somme d'exponentielles simples : on conclut alors à autant de faisceaux homogènes distincts qu'on a trouvé d'exponentielles. Toutefois cette méthode n'a pas donné de résultats certains; elle a en outre le désavantage de reposer sur une hypothèse qui est encore l'objet de discussions.

La méthode radiographique a été reprise récemment par M. Gray en Angleterre et MM. Hahn, Baeyer et Mlle Meitner en Allemagne.

Ces derniers ont pu séparer en faisceaux homogènes distincts les rayons β de la famille du thorium; ils ont découvert deux faisceaux de rayons β très mous pour le Ra D; enfin ils mentionnent, sans préciser davantage, que le radium lui-même ainsi que sa radioactivité induite, donnent lieu à des spectres magnétiques de rayons β discontinus, résultat contradictoire avec celui obtenu antérieurement par M. Gray.

Je me suis proposé dans le présent travail d'examiner ce dernier point dans des conditions meilleures que cela n'avait été fait jusqu'à présent. C'est du dispositif classique de H. Becquerel que je me suis servi.

Il comporte une source de rayons rectiligne et étroite, une fente parallèle à la source; les rayons β ainsi limités sont alors déviés par un champ magnétique parallèle à la source; leurs trajectoires, en forme de cercles, sont déterminées au moyen d'impressions sur des plaques photographiques.

Une particularité essentielle était la constitution de la source : celle-ci était une ampoule de verre de Thuringe très mince ($0^{mm},04$ d'épaisseur), de 5^{mm} de long sur $0^{mm},3$ de diamètre extérieur, dans laquelle j'ai condensé l'émanation provenant de $0^{g},120$ de $RaCl^2$. Il est indispensable, en effet, d'avoir très peu de matière au voisinage immédiat de la substance active, sinon il se produit des rayons secondaires qui voilent uniformément les plaques photographiques et empêchent de distinguer les faisceaux primaires. La préparation d'une telle ampoule d'émanation est assez délicate : une grande perte de temps m'a été évitée par ce fait que la condensation dans de petites capacités de l'émanation du radium est actuellement, au laboratoire de Mme Curie, d'un usage courant, grâce aux procédés imaginés par M. A. Debierne.

Je remercie vivement Mme Curie d'avoir bien voulu mettre à ma disposition l'émanation nécessaire, ainsi que le puissant électro-aimant dont je me suis servi.

J'ai observé ainsi un spectre magnétique de sept faisceaux homogènes, nettement séparés entre eux, et dont les vitesses peuvent être déterminées avec beaucoup de précision.

A titre de première indication, je me contente actuellement d'en donner

les valeurs approximatives, la vitesse de la lumière étant prise pour unité :

Faisceau.....	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Vitesse......	0,98	0,95	0,86	0,81	0,75	0,69	0,63

J'ai déduit ces nombres de la grandeur des diamètres des cercles décrits par les rayons β, en faisant usage de la formule de Lorentz.

Je me propose de déterminer prochainement, avec toute la précision possible, les vitesses de ces rayons, et d'examiner de quelle manière ils doivent être répartis entre les différents termes de la famille du radium.

Enfin, j'exprime toute ma reconnaissance à M[me] Curie et à M. A. Debierne pour les conseils qu'ils m'ont prodigués au courant de ce travail.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude cryoscopique de quelques acides minéraux et de quelques phénols.* Note de M. **Eugène Cornec**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Nous avons dans une Note précédente (¹), exposé les résultats que nous avons obtenus en étudiant la neutralisation de quelques acides par la cryoscopie. Rappelons qu'en neutralisant les acides étudiés (chlorhydrique, sulfurique, arsénique, acétique, oxalique, citrique, phosphorique, phosphoreuse, hypophosphoreuse, hypophosphorique (²) par une base forte, potasse ou soude, nous avons toujours observé dans la courbe représentative du phénomène un point anguleux formé par la rencontre de deux portions de courbes sensiblement rectilignes; point anguleux dont la position correspond à la neutralisation complète du dernier hydrogène acide.

Nous avons continué cette étude en examinant d'autres acides, particulièrement des acides faibles, des phénols et des acides de formule ou de basicité discutées.

Monoacide. — Les acides chlorique et perchlorique se comportent comme des acides monobasiques normaux. L'acide iodique offre également un minimum pour le sel neutre, la courbe entre l'acide et ce sel est remarquablement rectiligne, les iodates acides n'apparaissent point et les abaissements moléculaires montrent que l'acide et ses sels dérivent de la formule IO^4H et non de la formule double de celle-ci souvent proposée.

(¹) E. Cornec, *Comptes rendus*, t. **149**, 20 octobre 1909, p. 676.
(²) E. Cornec, *Ibid.*, t. **150**, 10 janvier 1910, p. 108.

Le phénol ordinaire s'est comporté comme monoacide, car la courbe, sensiblement horizontale de l'acide au phénate, se relève ensuite d'une manière presque rectiligne.

Diacides. — L'acide sélénieux s'est comporté comme biacide, les minima avec la potasse et avec l'ammoniaque correspondent aux sels neutres. Les abaissements moléculaires des sels acides montrent qu'ils répondent à la formule SeO^3MH et non à la formule $Se^2O^5M^2$ proposée par Miolati et Masceti [1] comme conséquence de l'étude de la conductibilité.

L'acide dithionique a présenté un minimum pour le sel neutre, le diagramme n'indique pas de sels acides, les abaissements moléculaires montrent que l'acide et les sels neutres dérivent de la formule $S^2O^6H^2$ double de la plus simple possible.

Pour l'acide carbonique, en raison de sa faible solubilité, le point de départ a été le bicarbonate. La dernière acidité a encore été marquée par un minimum de l'abaissement du point de congélation indiquant l'existence du carbonate neutre en solution.

Le diagramme de résorcine et de la soude montre également l'existence de deux hydrogènes remplaçables.

Tétraacide. — Les mesures effectuées sur des solutions d'acide pyrophosphorique $P^2O^7H^4$, récemment préparées et conservées dans la glace, montrent que les minima correspondent ici encore aux sels neutres (K, Na, Am); les abaissements moléculaires de l'acide et de ses sels sont voisins de ceux de l'acide hypophosphorique et de ses sels; ils viennent confirmer l'adoption de la formule $P^2O^6H^4$ pour ce dernier acide.

Dans tous les cas que nous venons d'examiner la cryoscopie indique par un minimum la neutralisation complète par la potasse ou par la soude; elle se comporte donc comme un indicateur capable de déceler des acidités plus faibles que celles indiquées par le méthylorange et même par la phtaléine du phénol.

La cryoscopie n'est pas toutefois l'indicateur absolu de la dernière acidité; des acidités très faibles peuvent lui échapper. C'est ainsi que dans le cas de H^2S neutralisé par la potasse elle n'indique que la première acidité, car entre KSH et KOH la variation du point de congélation est linéaire. Enfin, dans le cas du pyrogallol neutralisé par la soude (cryoscopie sous une couche de pétrole), elle n'indique que les deux premiers hydrogènes phénoliques. Tous les diagrammes obtenus sont formés par des portions de courbes à peu près rectilignes. Ce caractère disparaît dans le cas de l'acide borique qui nous offre un diagramme d'un second type.

Acide borique. — De la potasse au borate monopotassique l'abaissement varie à peu près linéairement comme pour un acide monobasique, mais du borate mono à

(1) MIOLATI et MASCETI, *Gazz. Ch. Ital.* t. XXXI, 1901, p. 93.

l'acide nous observons une ligne de courbure très accentuée, l'abaissement observé est toujours notablement inférieur à celui calculé par la règle des mélanges. Tout se passe comme si un certain nombre de molécules d'acide borique se soudaient à des molécules de borate monopotassique pour donner en solution des molécules de sel condensé. Nous devons toutefois ajouter que cette ligne de courbure très accentuée ne présente pas de brisure correspondant à la composition d'un sel condensé, elle est au contraire remarquablement continue. Nous sommes conduit à considérer l'acide borique en solution comme un acide monobasique, ne contenant qu'un atome de bore dans sa formule et donnant des sels condensés qui subsistent partiellement en solution.

Saccharose. — On observe une ligne du même genre que la portion courbe précédente en étudiant les mélanges en toutes proportions d'une solution de sucre et d'une solution de soude; la courbure est ici due au sucrate de soude qui se forme d'une manière partielle en solution.

Acide arsénieux. — L'acide arsénieux offre un diagramme analogue à celui de l'acide borique, mais avec une courbure beaucoup moins accentuée, il se rapproche du premier type. L'acide se comporte en solution comme monobasique et ne contenant qu'un atome d'arsenic dans sa formule. L'analogie entre phosphorique et arsénique ne se poursuit donc pas entre phosphoreux et arsénieux, ce dernier se rapprochant surtout de l'acide borique.

J'ajouterai que l'on rencontre un troisième type de diagramme dans l'étude des acides chromique et periodique; cas où il ne s'agit plus d'un simple phénomène de neutralisation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la métallographie des systèmes sélénium-antimoine.* Note de M. **H. Pélabon**, transmise par M. E. Bouty.

L'étude de la résistance électrique des mélanges d'antimoine et de sélénium [1] ne m'a pas permis de mettre en évidence les trois sous-séléniures $SbSe$, Sb^4Se^5 et Sb^3Se^4, signalés par M. Chrétien [2].

N'ayant pas réussi non plus à démontrer l'existence de ces composés par la détermination des forces électromotrices de dissolution, je me suis proposé de faire l'étude au microscope des mixtes : sélénium-antimoine.

L'examen des mélanges plus riches en sélénium que le composé Sb^2Se^3 ne présente aucune difficulté. Des cristaux volumineux du séléniure apparaissent englobés dans une masse noire homogène de sélénium.

---

(1) Pélabon, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1302.

(2) Chrétien, *Ibid.*, t. 142, 1906, p. 1339 et 1412.

Les mélanges qui renferment, au contraire, plus d'antimoine que le séléniure Sb^2Se^3 peuvent être partagés en trois groupes :

1° *La teneur en sélénium est comprise entre* 16 *atomes et* 50 *atomes de ce métalloïde pour* 100 *atomes du mélange.*

L'étude de la solidification de ces mélanges nous a déjà montré qu'ils comprennent deux phases (¹). Celles-ci, ayant à peu près la même densité, n'arrivent pas toujours à se superposer. Nous avons réussi à les séparer assez nettement pour pouvoir les distinguer, rien qu'à l'aspect, en opérant de la manière suivante :

Le mélange préparé directement en chauffant les deux corps en tube scellé est amené à l'état liquide; on rend celui-ci homogène le plus possible par agitation, puis on le laisse solidifier.

Le solide obtenu est réduit en poudre très fine, puis introduit dans un nouveau tube en verre d'Iéna où l'on fait le vide. Après avoir fermé ce tube à la lampe, on le chauffe au rouge sombre; le mélange fond et l'on obtient ainsi deux liquides superposés. Le liquide supérieur présente une teinte grise plus foncée que celle du liquide inférieur.

En polissant le solide refroidi on peut, à l'aide du microscope de M. Le Chatelier, non seulement apercevoir les deux phases distinctes, mais encore leur ligne de séparation qui est très nette. On voit aussi aisément, dans les mêmes conditions, que des portions de la phase la moins dense se sont trouvées en suspension dans l'autre phase quand elles étaient toutes deux liquides. Ceci montre bien que les deux phases dont il s'agit ont à peu près même densité à l'état liquide.

A l'état solide, la phase la moins dense montre de longues aiguilles claires se détachant sur un fond gris. Avec un fort grossissement on distingue dans la plage grise des cristaux généralement groupés de manière à dessiner un V. Je désignerai par M le mixte correspondant.

La phase la plus dense, très riche en antimoine, montre dans les mêmes conditions des plages irrégulières grises qui ont même constitution que M et qui se détachent sur un fond plus clair.

2° *La teneur en sélénium est inférieure à* 16 *atomes de ce métalloïde pour* 100 *atomes du mélange.*

Le liquide ne constitue alors qu'une phase. L'examen métallographique montre encore des plages irrégulières grises du corps M, mais le nombre de ces taches diminue avec la teneur en sélénium.

(¹) PÉLABON, *Comptes rendus*, t. 142, 1906, p. 207.

3° *La teneur en sélénium est supérieure à* 50 *atomes et inférieure à* 60 *atomes de ce métalloïde pour* 100 *atomes de mélange.*

Concernant ces mélanges, nous avons pu faire les observations suivantes : au microscope, aucun des mixtes SbSe, Sb^4Se^5 et Sb^3Se^4 ne présente l'aspect d'un composé défini.

On observe dans ces mélanges solidifiés comme dans les mélanges intermédiaires la présence constante des deux mêmes constituants ; des plages grises de teinte uniforme constituées par de volumineux cristaux du séléniure Sb^2Se^3 sont nettement séparées de plages remplies de cristaux ayant absolument même caractère (forme de V) que ceux que l'on rencontre dans le mélange M.

Dans les mixtes très riches en sélénium et dont la composition se rapproche de celle du composé Sb^2Se^3, les plages à cristaux sont rares. Au contraire, si l'on atteint le mélange équiatomique on n'observe plus que des cristaux.

La Métallographie ne met nettement en évidence que le composé Sb^2Se^3.

Le mixte Sb + Se a une structure uniforme (cristaux réunis en V apparaissant en clair sur un fond sombre), il a une composition voisine de celle du mélange M. Il ne présente qu'un seul point de solidification identique au point de solidification finissante de tous les mélanges étudiés, il se comporte donc comme un eutectique.

Après avoir préparé directement les mélanges $Sb^4 + Se^5$ et $Sb^3 + Se^4$, j'ai étudié avec soin le refroidissement de ces mixtes préalablement fondus. Le point de solidification commençante s'élève avec la teneur en sélénium, mais le point de solidification finissante, toujours le même, est identique à celui que l'on observe avec tous les mélanges contenant entre 0 et 60 atomes de sélénium pour 100 atomes du mélange.

En résumé, l'examen au microscope des mixtes sélénium-antimoine conduit aux mêmes conclusions que celles que nous avions tirées de la détermination des courbes de fusibilité ; à savoir :

1° *Que pour certaines proportions des deux constituants, le mélange liquide peut être formé de deux phases de densités très voisines ;*

2° *Que le seul composé que l'on puisse obtenir par fusion directe des éléments est le séléniure* Sb^2Se^3.

Par la réduction de ce séléniure dans l'hydrogène on peut, comme l'a

montré M. Chrétien et comme nous l'avons constaté nous-même, obtenir des sous-séléniures magnifiquement cristallisés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les points indifférents.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

M. Saurel a publié, sur les points indifférents des systèmes chimiques, dans le *Journal of physical Chemistry* de 1902, une discussion qu'il me paraît possible de compléter par quelques résultats simples.

I. Soit N le nombre total de composants d'un système. Un même corps est compté pour deux composants s'il figure dans deux phases. Soit p le nombre de réactions chimiques distinctes dont le système est le siège. Je compte comme réactions non seulement celles qui se produisent au sein des phases, mais encore le passage d'une certaine quantité de matière d'une phase dans une autre (vaporisation, dissolution, etc.). Une réaction n'est d'ailleurs pas distincte de plusieurs autres, quand elle ne peut produire, dans la composition du système, que des modifications virtuelles qui pourraient être obtenues par le jeu de ces dernières. p est le *degré de liberté* du système et $N - p = c$ le nombre des composants indépendants. Si φ est le nombre des phases, la *variance* v est $c - \varphi + 2$ [1].

Soit $r_{\alpha n}$ la concentration, dans la phase α, du composant n. Il y a N concentrations r. La somme des concentrations relatives à une phase quelconque est égale à 1. De là, entre les r, φ relations de la forme

$$(1) \qquad r_{\alpha 1} + \ldots + r_{\alpha n} = 1.$$

La pression Π, la température T, les concentrations r ne définissent pas un seul système, mais *une classe de systèmes*. Les conditions d'équilibre fournissent, entre ces variables, p équations que j'appellerai (E). Les équations (1) et (E) laissent arbitraires v des $N + 2$ variables mentionnées.

Pour déterminer un système particulier, il faut se donner les masses P_1, P_2, ..., P_c de $c = N - p$ composants indépendants. Les masses des

[1] Pour ces définitions, voir une Note *sur la loi des phases* dans les *Procès-Verbaux de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux* (1904), en tenant compte de l'errata à la fin du Volume.

phases $M_1, M_2, \ldots, M_\varphi$ sont alors données par c équations de la forme

$$(2) \qquad s_{c1}M_1 + s_{c2}M_2 + \ldots + s_{c\varphi}M_\varphi = P_c,$$

où les s sont des fonctions linéaires et homogènes des r, dont les coefficients dépendent des seules réactions chimiques. Nous supposerons la variance égale ou supérieure à 2. Les équations (2) sont donc en nombre égal ou supérieur à φ.

Les *points indifférents* sont obtenus en écrivant que tous les déterminants de degré φ, déduits du tableau des coefficients des M dans (2), sont nuls. Cela fait, entre les r,

$$c - \varphi + 1 = v - 1,$$

équations que j'appellerai *équations* (F). Les équations (1), (E), (F), en nombre N + 1 pour N + 2 variables Π, T, r, ..., montrent que les points indifférents forment, pour la classe considérée, un continuum qui dépend d'une seule variable.

II. La question que nous voulons examiner ici est de savoir si ce continuum peut être parcouru par un même système, caractérisé par des valeurs données des P. Nous allons voir qu'on peut distinguer, à ce point de vue, deux espèces de points indifférents [1].

Première espèce : le degré de liberté p est égal à 1. — Les $N - p + 1$ équations (1) et (F) ne contiennent que les N variables r. Quand $p = 1$, elles les déterminent entièrement. La composition de tous les points indifférents est donc la même.

Pour savoir si un système donné ($P_1, P_2, \ldots, P_c$ donnés) peut passer par un point indifférent, il faut résoudre les équations (2) par rapport à M_1, $M_2, \ldots, M_\varphi$. Cela n'est possible, le déterminant principal étant de degré $\varphi - 1$, que si les P vérifient $v - 1$ relations de condition. Ces relations sont d'ailleurs indépendantes de T et de Π et les mêmes pour tous les points indifférents. Donc :

1° Un système quelconque de la classe considérée ne peut pas passer par un point indifférent ;

2° Un système qui passe par un point indifférent peut passer par tous les autres.

---

[1] M. Saurel a signalé ces deux catégories de points indifférents, mais il ne paraît pas avoir aperçu le critérium que nous donnons ici pour les distinguer.

Le continuum des points indifférents peut donc être parcouru par un même système et est, dès lors, entièrement assimilable à un système univariant. Tels sont les points indifférents observés dans la dissolution des hydrates salins.

Deuxième espèce : $p > 1$. — Les équations (1) et (F) laissent $p - 1$ concentrations indéterminées. Mais, par les équations (E), ces $p - 1$ concentrations ne dépendent que d'une arbitraire.

Cherchons si un système donné peut passer par un point indifférent et, pour cela, résolvons les équations (2) en $M_1, M_2, \ldots, M_\varphi$. Les $\nu - 1$ équations que les P doivent vérifier contiennent les concentrations, qui dépendent d'une seule arbitraire. Si $\nu = 2$, on peut trouver, pour un système quelconque, un point indifférent par où passe le système. Mais si $\nu > 2$, les P ne peuvent pas être quelconques et un système donné ne passe pas toujours par un point indifférent.

Dans les deux cas d'ailleurs ($\nu \geqq 2$), une fois les masses P choisies, et, s'il y a lieu, convenablement choisies, l'arbitraire dont dépendent les concentrations, et, par suite, le point indifférent par où passe le système, sont déterminés, sauf particularités dans la forme des équations (E). Un système donné ne peut donc, en général, parcourir le continuum des points indifférents. Ce continuum n'est donc pas entièrement assimilable à un système univariant. Tels sont les points indifférents fournis par la distillation des mélanges de deux liquides.

III. Il est facile de voir, par l'équation de M. Planck, que la formule de Clapeyron et les théorèmes de Gibbs et Konovalow s'appliquent aux deux espèces de points indifférents. Il en est de même des résultats suivants :

Les points indifférents sont des états d'équilibre où, la pression et la température étant données, la masse des phases d'un système n'est pas déterminée. On peut rechercher de même les états d'équilibre pour lesquels la masse des phases est indéterminée, quand le volume et la température sont donnés ou quand, la pression étant donnée, le système est enfermé dans une enceinte imperméable à la chaleur. On trouve que ces états sont des points isolés du continuum des points indifférents. Un état qui est ainsi indifférent dans une enceinte imperméable à la chaleur est tel que la pression y est plus petite ou plus grande qu'en tout état d'équilibre voisin [1].

---

[1] *Sur la rupture et le déplacement de l'équilibre* (*Comptes rendus*, 10 novembre 1902).

Un état qui est indifférent dans un volume donné est tel que la température y est plus grande ou plus petite qu'en tout état d'équilibre voisin.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur le cyclohexanol et sur la cyclohexanone.* Note de MM. F. **Bodroux** et F. **Taboury**, présentée par M. Troost.

Quand on fait tomber, goutte à goutte, du *cyclohexanol* dans un grand excès de brome renfermant en dissolution 1 pour 100 d'aluminium, une réaction énergique, accompagnée d'un abondant dégagement d'acide bromhydrique, se produit. Au bout de 6 heures, l'excès de brome ayant été évaporé dans un courant d'air, on obtient un liquide visqueux. Celui-ci, soumis à l'entraînement par la vapeur d'eau, passe incolore et laisse comme résidu une petite quantité de *benzène hexabromé*.

Ce liquide est un mélange; il distille sous pression réduite sans décomposition, mais il ne présente pas de point d'ébullition fixe. Le brome contenant 1 pour 100 d'aluminium, l'attaque assez énergiquement. En opérant dans les mêmes conditions que précédemment, la bromuration le transforme en une masse pâteuse : après lavage à l'éther, il reste une substance solide blanche, qui cristallise dans le toluène en aiguilles brillantes, fusibles à 315°. Cette substance est le *benzène hexabromé* C^6Br^6.

Les résultats obtenus sont les mêmes, quelles que soient la quantité de cyclohexanol employé (5^g et 10^g pour 100^g de brome) et la durée de l'opération (6 et 12 heures).

De même que le cyclohexanol, la *cyclohexanone* est énergiquement attaquée par le brome renfermant en dissolution 1 pour 100 d'aluminium. Le produit de la réaction est une substance blanche solide. Celle-ci se dissout presque totalement dans l'acide bouillant, qui, par refroidissement, laisse déposer en grande quantité des prismes incolores, fusibles à 117° en se décomposant légèrement.

Ce corps est un *dérivé tétrabromé de la cyclohexanone*. Maintenu pendant quelque temps entre 120° et 125°, il se décompose avec dégagement de brome et d'acide bromhydrique et se transforme en un liquide dense, insoluble dans l'eau, possédant l'odeur et les propriétés des dérivés bromés du phénol ordinaire, dont nous poursuivons actuellement l'étude.

La tétrabromocyclohexanone n'est pas la seule substance qui se forme

dans la bromuration. Il y a, en très petite quantité, production de composés insolubles dans l'alcool, fusibles à température élevée, qu'il nous a été impossible d'obtenir à l'état pur, et aussi d'un liquide huileux. Celui-ci est d'autant plus abondant et le rendement en tétrabromocyclohexanone d'autant plus faible, que la durée de la bromuration est plus longue. Il y a intérêt, lorsqu'on veut obtenir ce dernier corps, à évaporer l'excès de brome un quart d'heure après l'introduction de la cyclohexanone dans l'halogène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des aldéhydes anisique et pipéronylique sur le dérivé sodé du cyanure de benzyle.* Note de M. F. **Bodroux**, présentée par M. Troost.

Les aldéhydes anisique et pipéronylique réagissent énergiquement sur le dérivé sodé du cyanure de benzyle. Il y a, dans chaque cas, formation d'un nitrile non saturé :

$$R - CHO + C^6H^5 - CHNa - CN = R - CH = \underset{\displaystyle C^6H^5}{\overset{|}{C}} - CN + NaOH.$$

Mais, en même temps, par suite d'une réaction secondaire, une partie de l'aldéhyde employé est transformée en l'acide correspondant.

L'aldéhyde anisique fournit, avec un rendement de 50 pour 100, le *nitrile α-phényl-paraméthoxycinnamique*

$$CH^3 - O - C^6H^4 - CH = \underset{\displaystyle C^6H^5}{\overset{|}{C}} - CN,$$

aiguilles blanches, fusibles à 93°.

L'aldéhyde pipéronylique fournit, avec un rendement de 71 pour 100, le *nitrile α-phényl-3-4-métylènedioxycinnamique*

$$CH^2{<}^{O}_{O}{>}C^6H^3 - CH = \underset{\displaystyle C^6H^5}{\overset{|}{C}} - CN.$$

Ces deux composés, que MM. Frost (*Ann. Lieb.*, t. 250, p. 159), Walther et Wetzlich (*J. pr.*, 2e série, t. 61, p. 190) ont antérieurement préparés par une autre méthode, s'hydrolysent lorsqu'on les chauffe pendant quelques heures avec une solution concentrée de soude dans l'alcool amylique.

On obtient ainsi :

L'*acide α-phényl-para-méthoxycinnamique*

$$CH^3 - O - C^6H^4 - CH = \underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{C}} - COOH,$$

aiguilles blanches, fusibles à 188°.

L'*acide α-phényl-3.4-méthylènedioxycinnamique*

$$CH^2{<}^{O}_{O}{>}C^6H^3 - CH = \underset{\displaystyle C^6H^5}{\underset{|}{C}} - COOH,$$

aiguilles blanches, fusibles à 233°.

CHIMIE APPLIQUÉE A L'HYGIÈNE. — *Action de l'eau de seltz sur le plomb, l'étain et l'antimoine. Causes d'intoxication par altération chimique.* Note de M. A. **Barillé**, présentée par M. Laveran.

Les expériences originales que nous venons d'entreprendre ont pour but d'indiquer l'action exercée par l'eau de seltz sur le plomb, l'étain et l'antimoine, métaux qui entrent dans la composition des armatures dites *têtes de siphon*.

Dans le Tableau qui suit figurent nos résultats déduits de l'analyse chimique.

Lames métalliques mises en expérience pendant 6 mois.		Métal dissous par litre d'eau de seltz. Acide stannique.	Sulfate de plomb.	Observations.
Plomb pur		g »	g 0,0625	D'après Moissan, on doit considérer comme
Étain pur		0,0125	»	dangereuse une eau de
Têtes de siphon laminées contenant pour 100.	Étain : 77,52	0,0381	»	seltz contenant 0g,002 de plomb par litre.
	Plomb : 19,47	»	0,0905	D'après Meillère, les
Têtes de siphon laminées contenant pour 100.	Étain : 58,76	0,0308	»	sels d'étain dans l'eau de seltz peuvent être
	Plomb : 40,10	»	0,110	toxiques. Pour nous, toute eau
Étain vendu pour étamage et renfermant 0,519 pour 100 de plomb		0,0325	0,106	de seltz stannifère à saveur métallique est nocive.

En consultant ce Tableau, nous voyons tout d'abord qu'en dépit des

règlements de police qui, grâce aux instances récentes et justifiées de M. le professeur A. Gautier, limitent toujours à 10 pour 100 le taux légal du plomb, il circule à Paris, néanmoins, des siphons dont l'armature contient 40 pour 100 de plomb.

Nous voyons, en outre : 1° qu'une lame de plomb pur et d'étain pur abandonne à l'eau distillée de seltz une quantité de métal beaucoup plus faible qu'une lame constituée par un alliage de plomb et d'étain, par suite de l'absence de toute action électrolytique;

2° Les quantités de plomb et d'étain dissous deviennent sensiblement constantes au bout de six mois, quelle que soit la composition centésimale de l'alliage.

Nous devons admettre, pour expliquer ces anomalies apparentes, que la vitesse de diffusion du plomb dans le liquide carbonique est plus considérable pour les alliages riches en métal plombifère que pour ceux dont la teneur en plomb est plus faible. Mais si l'expérience dure un certain temps, ces stades d'enrichissement progressif cesseront d'être appréciés pour faire place à un état d'équilibre parfaitement déterminé, le même pour tous les alliages, quel que soit celui mis en expérience. Il en est de même pour l'étain.

Il ne faut pas en déduire que la quantité de plomb entrant dans la composition des poteries d'étain n'ait qu'une importance relative. Il faut en conclure qu'un étain au titre légal de 0,50 pour 100 de plomb est aussi dangereux, au point de vue de l'hygiène, qu'un étain allié à de très fortes proportions de plomb.

La tolérance concédée est donc encore trop élevée.

3° L'eau de seltz attaque plus fortement le plomb dans ses alliages que l'étain.

L'eau de seltz stannifère n'avait pas jusqu'ici attiré l'attention; elle nous semble également nocive, sa saveur désagréable attire l'attention. Il n'en est pas de même du plomb; rien n'avertit de sa présence, sa saveur étant presque nulle ou légèrement sucrée. Qui sait si les accidents toxiques consécutifs à l'ingestion quotidienne des boissons dites apéritives, ne survenant souvent qu'au bout de plusieurs mois, ne seraient pas dus partiellement à l'absorption continue de doses infinitésimales de plomb?

En Allemagne, les têtes de siphon doivent contenir au maximum 1 pour 100 de plomb ou être composées d'étain allié à 10 pour 100 d'antimoine.

Nous avons constaté que cet antimoine entrait également en dissolution dans l'eau de seltz. Au bout de deux mois l'antimoine a été précipité à

l'état de sulfure et dosé sous forme d'oxyde. Nous en avons trouvé par litre $0^g,157$.

La dissolution de l'antimoine dans l'eau de seltz est favorisée également par une action électrolytique, transformant ce métal en sous-oxyde et autres combinaisons toxiques. Nous y avons trouvé, en même temps, du plomb et des traces d'arsenic provenant des impuretés de l'antimoine commercial.

Ces résultats non encore signalés ont leur importance.

Les fabricants d'eaux gazeuses devront garnir intégralement la partie métallique intérieure de l'appareil siphoïde, dans tout son trajet, soit d'un revêtement protecteur en verre ou en porcelaine fine, soit d'un vernis siliceux approprié, inattaquable et ne se fendillant pas à l'usage, le tube central traversant l'appareil étant en cristal. Ce dispositif devrait être réglementé et rendu obligatoire.

En résumé, quelle que soit la teneur en plomb métallique des garnitures des siphons d'eaux gazeuses et même réduite au titre légal admis pour les étamages, il peut se dissoudre à la longue une quantité à peu près constante de plomb et même d'étain.

Ces deux métaux ne peuvent exercer sur l'organisme qu'une influence morbide spécifique. Pour se prémunir contre de tels dangers, il ne faut consommer que des eaux gazeuses récemment fabriquées, ou mieux contenues dans des récipients à l'abri de tout contact métallique.

Dans les boîtes de conserves où, à la place de l'acide carbonique, nous avons en jeu des acides organiques, comme l'acide sarcolactique, autrement énergiques, il s'effectue, au contact du couple étain-plomb du fer-blanc, avec complication possible de la présence du fer, des réactions chimiques d'un autre ordre, susceptibles d'occasionner, par un usage fréquent des intoxications alimentaires redoutables.

ANTHROPOLOGIE. — *Étude de l'action sur le cerveau de la déformation annulaire du crâne des Gallo-Romains à l'aide des moulages intra-craniens.* Note de M. **Marcel Baudouin**.

En 1905, j'ai découvert aux Chaumes, commune de Saint-Hilaire-de-Riez (Vendée), sur un ancien rivage atlantique (Golfe de Mont), au milieu d'une dune post-néolithique (Menhir enfoui sous le sable) et pré-romaine (Gisement archéologique situé à 50^{cm} au-dessous de la surface de la dune), une

quinzaine de squelettes, correspondant à des inhumations, voulues, orientées, sans cercueil.

Au milieu des ossements, se trouvaient des bracelets, etc., et surtout des vases entiers : les uns en poterie samienne; les autres de forme si spéciale qu'ils ont pu être sûrement datés à cinquante ans près, date confirmée par M. J. Dechelette et représentant le IIIe siècle après J.-C.

Or, en étudiant avec soin les neuf crânes entiers, bien conservés, de cette sépulture, j'ai constaté qu'ils présentaient tous, d'ailleurs à des degrés divers suivant l'âge et le sexe (comme d'ordinaire), la *déformation annulaire*, consécutive au port pendant l'enfance d'un appareil spécial, entourant le sommet de la tête, déformation que j'ai signalée déjà pour l'époque de la pierre polie en France et en Europe.

Il faut en conclure que les *Gallo-Romains* de Vendée (en réalité, ce n'étaient que des *Gaulois* romanisés), comme les Néolithiques, avaient aussi l'habitude de déformer le crâne de leurs enfants, comme on le faisait encore récemment en Poitou (Lunier, 1852).

L'un des crânes correspondant à un enfant très jeune (os très minces, foliacés), j'ai eu l'idée de mouler au plâtre la face interne de l'occipital et du *pariétal*, os sur lequel porte surtout la déformation. L'examen de ce moule interne est tout à fait suggestif.

J'ai constaté, en effet, qu'au niveau de la surface correspondant à l'empreinte cérébrale, il y avait des changements intéressants. Au niveau du *sillon rétrofrontal* transversal, correspondant à la ligne de striction, et un peu en arrière de lui, vers la voûte, il n'y avait pas la moindre trace de circonvolutions cérébrales. La surface est absolument lisse et plane.

Partout ailleurs, au contraire, ces circonvolutions sont très apparentes (frontal, pariétal postérieur, occipital), aussi nettes de l'ordinaire, comme l'a bien remarqué depuis longtemps Cruveilhier.

On prend donc là sur le fait l'action de l'appareil compresseur appliquant fortement sur la surface de l'encéphale l'os pariétal, encore presque mou (sinon tout à fait fibreux), et empêchant les circonvolutions, non pas de se développer au-dessous (cela n'est pas probable et, en tout cas, n'est pas connu), du moins d'imprimer leurs traces (impression digitale et éminences mamillaires), comme d'ordinaire, sur la face interne du pariétal.

Il y a par suite là un moyen d'étudier sur les cerveaux néolithiques, gaulois, etc., et même de l'époque historique, l'action de cette compression.

D'autre part, celle-ci peut être une cause d'erreur dans l'étude anato-

mique des circonvolutions cérébrales des hommes préhistoriques, effectuée à l'aide de moulages en plâtre de l'intérieur des crânes, étude à laquelle je me suis déjà livré pour l'époque de la pierre polie. Il importait donc de la signaler immédiatement.

Il est bien évident que cette cause d'erreur ne peut pas intervenir lors de l'application de cette méthode du moulage à l'étude du cerveau des *animaux* préhistoriques, étude qui m'a déjà fourni des résultats intéressants.

PHYSIOLOGIE. — *Venins et antivenins*. Note de M. **Maurice Arthus** et Mlle **Boleslawa Stawska**, présentée par M. A. Dastre.

La précision avec laquelle on peut analyser par les méthodes physiologiques les phénomènes des intoxications par venins de serpents permet de résoudre divers problèmes touchant aux propriétés générales des toxines et des antitoxines. Nous nous proposons d'en donner un exemple.

C.-J. Martin et Th. Cherry (*Proc. roy. Soc.*, t. 63, p. 420, et t. 64, p. 971) ont rapporté des expériences desquelles il semble résulter que l'action exercée par une antitoxine sur une toxine *in vitro* s'accomplit lentement, progressivement, à la façon des réactions diastasiques. Injectant à des lapins des mélanges de venin d'*Hoplocephalus curtus* et de sérum antivenimeux (sérum anticobraïque de Calmette), chauffés à 68°, ils ont constaté que ces mélanges sont d'autant plus toxiques qu'on les a chauffés plus tôt après leur préparation, comme si la neutralisation de la toxine par l'antitoxine (arrêtée par le chauffage à 68°) se faisait peu à peu et demandait un temps assez long pour se parachever.

Nous ne rappelons ces expériences que pour mémoire, et parce qu'elles ont été le point de départ de celles dont nous rendons compte ci-dessous, car elles sont entachées d'un grave défaut. Le sérum anticobraïque n'exerce pas d'action neutralisante sur le venin d'*Hoplocephalus curtus*, comme l'a constaté Fr. Tidswell (*Researches on australian venoms*, 1906), comme nous l'avons vérifié nous-mêmes; les expériences de C.-J. Martin et Th. Cherry n'ont donc pas la signification qu'ils leur ont attribuée.

Nous avons fait des mélanges de venin de cobra et de sérum anticobraïque en proportions rigoureusement définies, choisies de telle façon que la neutralisation du venin ne soit que partielle; nous les avons chauffés 30 minutes au bain-marie à 68°, soit immédiatement après les avoir faits, soit 1 heure, soit 4 heures, soit 24 heures plus tard, ces mélanges ayant été conservés, entre temps, à la température de 15° à

20°, et nous les avons injectés (après chauffage à 68°) dans la veine auriculaire de lapins.

Les divers mélanges ont manifesté la même toxicité, qu'ils aient été chauffés de bonne heure ou tardivement, et les très faibles différences, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, que nous avons notées pour la vitesse d'évolution des accidents, relèvent incontestablement de légères différences de sensibilité des animaux à l'envenimation. Il ne semble donc pas que l'action neutralisante de l'antitoxine sur la toxine s'exerce progressivement, mais bien plutôt instantanément. Toutefois, cette première série d'expériences ne conduit pas à une réponse catégorique, car le chauffage à 68° ne détruisant l'antitoxine que progressivement et partiellement, on pourrait supposer que l'action continuant à s'exercer pendant le chauffage, des différences de toxicité existant au début de cette opération disparaissent pendant son accomplissement.

Le sérum anticobraïque neutralise toutes les actions toxiques du venin de cobra, accidents primaires (chute de pression, accélération respiratoire, retard de coagulation du sang, chez le lapin), curarisation, accidents tertiaires de dépression.

Or, parmi les accidents primaires, la chute de pression se produit presque aussitôt (le plus souvent une demi-minute) après l'injection intraveineuse, et elle est facilement reconnaissable sur la courbe de pression, alors même que la dose du venin injectée est faible (moins 1^{mg}). Si donc l'on injecte dans les veines de lapins des mélanges de venin de cobra et de sérum antivenimeux (ce dernier en quantité suffisante pour neutraliser le venin), un temps variable après leur préparation, on pourra connaître exactement le moment où sera parachevée la neutralisation : il correspondra au moment où l'injection intraveineuse du mélange n'engendrera plus les accidents primaires et, en particulier, ne provoquera plus la chute primitive de pression. Or, ces accidents primaires ne se produisent plus, même avec les injections les plus précoces (par exemple, avec des injections faites moins de 5 secondes après leur préparation). Donc la neutralisation du venin par l'antivenin est instantanée.

On arrive à la même conclusion en expérimentant avec les venins de *Lachesis lanceolatus* et de *Crotalus terrificus* et avec les sérums correspondants.

Injectés dans les veines à dose suffisante (1^{mg} pour un lapin de 2^{kg}), ces deux venins produisent presque instantanément (quelques secondes) une coagulation intravasculaire massive, presque immédiatement mortelle (quelques minutes). Injecté à dose moindre ($0^{mg},25$ par exemple), le venin de *Lachesis lanceolatus* produit (moins de 30 secondes après l'injection) une chute brusque et notable de la pression artérielle. Or, l'injection de mélanges en proportions convenables de ces venins avec les sérums

antibothropique et anticrotalique (¹) ne détermine ni les accidents de coagulation intravasculaire, ni la dépression, alors même que l'injection a été faite aussi rapidement que possible (souvent moins de 5 secondes) après le mélange. Donc, la neutralisation du venin par l'antivenin est instantanée.

Les venins de *Lachesis lanceotalus* et de *Crotalus terrificus* possèdent la propriété de faire coaguler *in vitro* des liqueurs fibrinogénées (sang de peptone de chien, plasmas oxalaté ou fluoré de cheval, solution chlorurée sodique de fibrinogène), et, pour des doses convenables de venin, en un temps très court (moins de 30 secondes). Or, l'addition de ces venins à l'une quelconque des liqueurs fibrinogénées ci-dessus désignées, préalablement mélangées avec du sérum antivenimeux correspondant au venin employé, ne provoque aucune coagulation. Donc, la neutralisation du venin par l'antivenin est instantanée.

La vitesse d'action de l'antivenin sur le venin ne rappelle donc pas les réactions diastasiques, mais bien plutôt les réactions chimiques, telles, par exemple, que la neutralisation d'un acide par une base.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Recherches sur la formation de l'acide nitreux dans la cellule végétale et animale.* Note de M. **Mazé**, présentée par M. E. Roux.

Les observations relatives à la production d'une fonction nitreuse par les microbes constituent une introduction indispensable à l'étude des sucs animaux et végétaux.

Des faits établis dans ma Note des *Comptes rendus* du 4 mai 1911, résulte la nécessité de se servir de sucs privés de microbes et de recourir à des matériaux pauvres en substances réductrices et exempts de nitrates.

Pour suivre la formation de l'acide nitreux dans les sucs végétaux, il convient de recourir aux trois procédés suivants :

1° Précipiter les sucs frais par l'addition d'un égal volume d'alcool à 95°; évaporer

(¹) Ces sérums nous ont été gracieusement adressés par le Dr V. Brazil, directeur de l'Institut sérothérapique de l'État de Saint-Paul (Brésil). Ils proviennent de chevaux auxquels on a injecté les venins de *lachesis lanceolatus*, de *lachesis alternatus* et de *lachesis atrox* (sérum antibothropique) ou le venin de *crotalus terrificus* (sérum anticrotalique).

le liquide filtré à 30°, sous pression réduite, de façon à chasser tout l'alcool, corps susceptible d'être oxydé par les sucs précipités; filtrer sur bougie Chamberland et conserver en récipients stériles au contact de l'air.

2° Précipiter par la chaleur à 100°; le coagulum se réunit au fond des tubes, le liquide éclair qui surnage donne la réaction de l'acide nitreux au bout de quelques jours, parce qu'un chauffage à 105° pendant 5 minutes n'annihile pas la propriété que possèdent les sucs végétaux de former de l'acide nitreux à l'air.

3° Filtrer simplement le suc frais sur bougie et conserver ces tubes stériles; la filtration, très pénible d'ailleurs, arrête en grande partie les substances colloïdales.

Si l'on se propose de préparer un grand volume de suc, il est nécessaire de recourir au premier procédé qui donne un liquide plus actif.

Parmi les végétaux à grosses semences, susceptibles d'être cultivés au laboratoire, j'ai accordé la préférence, après expérience acquise, au pois; les tiges de pois développées dans du sable de Fontainebleau, arrosé à l'eau distillée, se prêtent d'autant mieux à ces recherches qu'elles sont plus âgées. Les plantules exposées à l'obscurité fournissent un suc plus actif que celles qui ont été cultivées à la lumière du laboratoire. Le suc de plantules étiolées renferme de l'acide nitreux, surtout dans les dernières portions qui sont déjà claires. Il contient $9^{mg},33$ d'acide nitreux par litre 24 heures après la filtration.

Les sucs de plantules jeunes, riches en matières réductrices, donnent une réaction perceptible quelques heures après la filtration; la réaction augmente d'intensité pendant quelques jours, puis décroît, pour croître de nouveau pendant plusieurs semaines; le maximum, qui n'a jamais dépassé $\frac{1}{50000}$, se conserve plusieurs mois; la durée de conservation de la réaction est très longue; sa limite n'a pas été fixée.

En tenant compte de toutes ces indications, on peut préparer par distillation et concentration des sucs une solution de nitrite de sodium qui permet de baser la détermination de l'acide nitreux sur 2^{cm^3} à 3^{cm^3} de bioxyde d'azote, suivant le procédé de M. Müntz.

Quant au liquide distillé, il donne uniquement les réactions spécifiques de l'acide nitreux. On ne constate jamais la présence de l'acide nitrique dans les sucs.

Le suc de mucédinées filtré sur bougie donne, au bout de quelques jours, une réaction positive.

Pour montrer que les cellules animales vivantes jouissent de la même propriété, j'ai eu recours à un artifice qui m'a été suggéré par M. Müntz, très averti sur la question, par suite de la vérification qu'il a faite des résultats

de Bence Jones (¹) il y a environ une vingtaine d'années (Communication verbale).

Les globules de sang de lapin recueillis aseptiquement sont séparés du plasma par centrifugation, lavés à trois reprises par de l'eau physiologique à 9^g par litre de sel marin et répartis dans la même eau de façon à obtenir une émulsion de cinq à dix fois moins riche que celle du sang normal.

Dans ce milieu, les globules se conservent vivants pendant quelques jours; ils sont placés dans les mêmes conditions que les microbes dans l'eau distillée; si l'hémolyse n'est pas trop rapide, on peut caractériser le corps actif vis-à-vis des iodures en moins de 48 heures à la température ordinaire et en 3 à 4 jours à la température de 10°. La réaction n'est ni constante ni régulière; elle dépend d'un certain nombre de facteurs difficiles à préciser; elle disparaît dès que l'hémolyse est avancée.

Je n'ai pas cherché à caractériser l'acide nitreux dans l'eau physiologique où baignent les globules. On conçoit en effet que s'il s'en forme normalement dans les cellules animales, c'est du côté des urines qu'il faut se renseigner.

Déjà la littérature est très affirmative sur ce point. L'urine de l'homme renferme de l'acide nitreux. C'est Bence Jones qui l'a découvert le premier. Le savant anglais le rattachait à une nitrification de l'urée ou de l'ammoniaque dans l'organisme, parce qu'il n'en trouvait que dans les urines des malades ou des individus bien portants, quelques heures après l'injection de petites quantités d'urée ou d'ammoniaque. Son procédé de distillation de l'extrait alcalinisé de l'urine, dissous en présence d'un excès d'acide, ne lui permettait pas de découvrir les petites doses qui existent dans les urines normales. Les physiologistes expliquent sa présence par la dénitrification dans l'urine des nitrates ingérés avec les légumes frais et éliminés par les reins; ils n'attribuent en conséquence aucune signification à l'acide nitreux.

J'ai vérifié la présence de l'acide nitreux dans les urines de l'homme sain de la façon suivante :

4 heures après le repas de midi, j'ai fait absorber à deux personnes, chacune 1^l de bière légère fortement houblonnée.

Les premières portions émises ont été rejetées; 1 heure après on avait recueilli d'une part 850^{cm^3} d'urine, de l'autre 920^{cm^3}; ces urines renfermaient peu de matières extractives; évaporées en présence d'un léger excès de soude, elles donnaient la réaction des nitrites après avoir perdu les $\frac{2}{3}$ de leur volume.

(¹) *Sur l'oxydation de l'ammoniaque dans le corps humain* (*Annales de Ch. et Phys.*, 1852, p. 176).

Les urines émises dans les conditions normales, évaporées jusqu'au $\frac{1}{10}$ de leur volume, précipitées par l'alcool et le sous-acétate de plomb privé d'acide nitreux, concentrées à nouveau en milieu alcalin, donnent la réaction de l'acide nitreux.

Celles d'un tuberculeux au dernier degré, examinées à plusieurs reprises, ont toujours donné une réaction négative.

Il est vraisemblable que l'acide nitreux passe dans les urines lorsque sa production surpasse sa consommation, ce qui est l'indice d'une combustion modérée; son absence doit alors être considérée comme la conséquence d'un travail d'oxydation exagérée, déduction intéressante au point de vue clinique si elle se justifie.

Il résulte de tous ces faits que la production d'acide nitreux par la cellule vivante est une propriété générale. Quand je dis l'acide nitreux, j'énonce une conclusion qui dépasse la portée des résultats, car, je le répète, il est vraisemblable que l'acide nitreux existe dans la cellule à l'état de combinaison.

En rappelant ici que mes recherches sur la formation des acides organiques et, en particulier, de l'acide citrique, ont établi que la combustion respiratoire porte sur les matières protoplasmiques, il semble que l'on soit autorisé à définir cette combustion, une oxydation des matières albuminoïdes du protoplasme accomplie par une fonction nitreuse fixée vraisemblablement sur la molécule albuminoïde elle-même.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la réaction du milieu sur l'activité de la cellase. Nouveau caractère distinctif d'avec l'émulsine.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Arthur Compton**, présentée par M. E. Roux.

En poursuivant l'étude de la diastase qui attaque le cellose, disaccharide engendré par l'hydrolyse partielle de la cellulose, nous avons été conduits à rechercher la réaction la plus favorable à l'action du nouvel agent diastasique. Nos expériences ont été réalisées avec une préparation extraite des amandes douces qui nous avait déjà servie dans une série de recherches antérieures (¹).

(¹) Gabriel Bertrand et M. Holderer, *Comptes rendus*, t. **149**, 1909, p. 1385, et t. **150**, 1910, p. 230. — Gabriel Bertrand et A. Compton, *Comptes rendus*, t. **151**, 1910, p. 402 et 1076; t. **152**, 1911, p. 1518.

Cette préparation, dont la teneur en cendres était de 13,1 pour 100, donnait avec l'eau une solution alcaline à l'hélianthine et acide à la phtaléine du phénol.

Par titrage, sur 50^{mg} dissous dans 10$^{cm^3}$ d'eau pure, nous avons trouvé qu'il fallait employer de 5$^{cm^3}$,5 à 6$^{cm^3}$ d'acide sulfurique $\frac{N}{100}$ pour obtenir la neutralisation en présence du premier indicateur et 3$^{cm^3}$ de soude $\frac{N}{100}$ pour obtenir la neutralisation en présence du second. La réaction naturelle de la solution diastasique correspondrait donc à peu près, suivant ce titrage, à celle d'une solution renfermant un mélange de deux parties de phosphate secondaire et d'une partie de phosphate primaire (de potassium ou de sodium), soit, d'après les données de Sörensen [1], à une concentration en ions hydrogène d'environ 10^{-7}. Mais la présence des matières protéiques modifie la valeur du titrage. Nous avons trouvé, en fait, $10^{-6,3}$.

Ce point établi, nous avons effectué les expériences de la manière suivante :

Nous avons d'abord préparé une solution de cellase avec 0^{g},050 de préparation diastasique dans 10$^{cm^3}$ d'eau pure. Après une demi-heure de contact, à la température ordinaire, nous avons introduit cette solution, par portions de 1$^{cm^3}$, dans des tubes à essais contenant déjà 0^{g},050 de cellose exactement pesé, puis nous avons ajouté, soit 3$^{cm^3}$ d'eau pure, soit 3$^{cm^3}$ d'une solution contenant une quantité connue d'acide et d'alcali. Les tubes ainsi préparés ont été mis dans un bain-marie maintenu à $+46°$. Après 15 heures, l'action diastasique a été arrêtée en plongeant les tubes pendant 5 minutes dans l'eau bouillante, puis nous avons déterminé la proportion de cellose dédoublé en mesurant l'augmentation du pouvoir réducteur, la mesure étant faite, chaque fois, sur le contenu total d'un tube.

Les premières expériences nous ont tout de suite montré que la cellase fonctionne le mieux au voisinage de la réaction naturelle, presque neutre au tournesol, et qu'il suffit de lui ajouter de très petites proportions d'acide ou d'alcali pour paralyser son action hydrolysante sur le disaccharide.

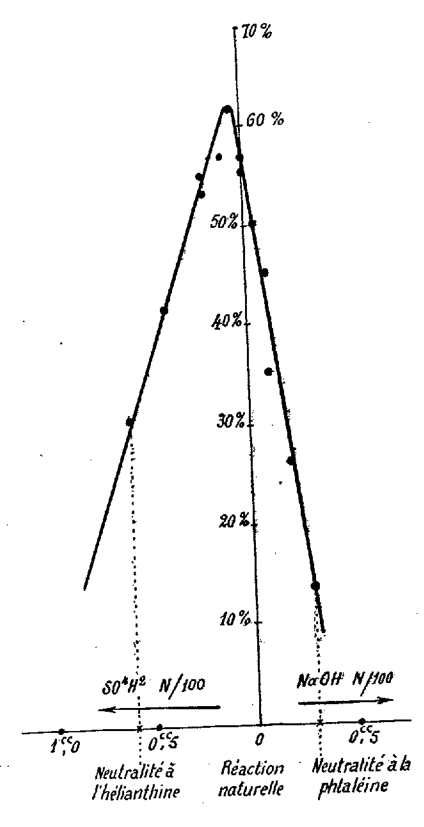
Afin de déterminer d'une manière plus exacte la réaction optimale, nous avons effectué deux séries d'expériences avec des quantités croissantes, mais très petites, d'acide ou d'alcali; nous avons ainsi produit des variations minimes de la réaction autour de la réaction naturelle, variations que nous avons étendues depuis la neutralité à l'hélianthine (la plus acide) jusqu'à la neutralité à la phtaléine (la plus basique). Les résultats obtenus sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

---

(1) *Compte rendu des travaux du Laboratoire de Carsberg*, t. 8, 1909, p. 1 et 1910, p. 396.

Quantités d'acide ou d'alcali ajoutées.	Cellose hydrolysé p. 100. I.	II.
0cm³,6 d'acide sulfurique $\frac{N}{100}$ (réaction neutre à l'hélianthine)...	30,8	»
0,4 » » ...	42,0	»
0,2 » » ...	55,3	53,7
0,1 » » ...	»	57,0
0,05 » » ...	»	62,0
0,0 (expérience témoin; réaction naturelle)................	55,6	57,0
0,05 de soude $\frac{N}{100}$..	»	50,3
0,1 »	45,5	35,4
0,2 »	26,3	»
0,3 » (réaction neutre à la phtaléine)............	13,8	»

En portant en abscisses les quantités des réactifs ajoutés, en ordonnées les pourcentages de cellose hydrolysé, on obtient la figure suivante



laquelle montre que la réaction du milieu la plus favorable à l'action de la

cellase est à peine plus acide que celle donnée par la simple dissolution de la préparation diastasique dans l'eau distillée. D'après nos mesures, cette réaction optimale correspond sensiblement, dans les conditions des expériences, à une teneur en ions hydrogène de 10^{-6}.

Il est intéressant de remarquer que ces résultats établissent une nouvelle différence entre la cellase et les deux diastases : amygdalinase et amygdalase, habituellement confondues sous le nom d'*émulsine*, qui l'accompagnent dans la préparation extraite des amandes douces. Ces dernières diastases n'atteignent, en effet, leur maximum d'activité que dans un milieu nettement alcalin à la phtaléine du phénol.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur un ferment de l'amertume des vins, agent de déshydratation de la glycérine*. Note de M. **E. Voisenet**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans deux précédentes Communications [1], j'ai mis en évidence la formation d'acroléine dans la maladie de l'amertume des vins et j'ai montré que le ferment de Pasteur, cultivé en présence de la glycérine, donne naissance au produit de déshydratation de cet alcool.

Par quel mécanisme biochimique s'effectue cette transformation? Estelle directe ou s'accomplit-elle avec le concours d'une autre substance de formation intérimaire entre la glycérine et l'acroléine? Quelle est la fonction physiologique du bacille de l'amertume vis-à-vis de la glycérine?

Voici, en partie, le résultat de mes recherches :

Origine et isolement du bacille. — Tout d'abord, je me suis efforcé d'assurer dans mes cultures l'unité de la semence. Le ferment, issu d'un vin amer qui en offrait une végétation remarquable comme abondance, jeunesse et pureté, a été ensemencé dans le milieu de Laurent peptoné stérile, purifié par plusieurs passages dans ce liquide, puis isolé par des cultures sur plaques de gélatine; les colonies obtenues sont minuscules, parfois uniques, non liquéfiantes : leur ensemencement dans le milieu liquide précédent donne rapidement, à 30°, une culture abondante d'un bacille présentant les qualités suivantes : petits bâtonnets mesurant 1^{μ} de largeur sur 4^{μ} à 5^{μ} de longueur, généralement isolés, quelquefois accolés bout à bout, en ligne droite ou brisée, formant dans les cultures anciennes des filaments séparés ou parfois groupés en faisceaux ramifiés; bacille très mobile, prenant le Gram; aérobie facultatif, très facile à cultiver, avec température optima de développement vers 30°, s'accommodant de liquides

---

[1] *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1614, et t. 151, 1910, p. 518.

nutritifs minéraux, dans lesquels on dissout la matière fermentescible, faisant fermenter divers sucres et alcools polyatomiques, notamment la glycérine, coagulant le lait, résistant à la dessiccation et à une chaleur sèche de 100°.

Influence des substances paralysantes. — Dans le milieu de Laurent peptoné et glycériné à 10 pour 1000, la multiplication cellulaire et la fermentation sont arrêtées par les doses *minima*, par litre, des corps suivants : alcool 100^g, crème de tartre 3^g,50; acides : tartrique 1^g,10, formique 0^g,40, acétique 1^g,20, butyrique 1^g, lactique 1^g,60, acrylique 1^g,40; soude 1^g,50; enfin l'acroléine, toxique pour les organismes supérieurs, est naturellement très hostile à la vitalité du bacille qui, cependant, la produit et arrête son développement à la dose de 0^g,15 par litre ou 0^g,20 après accoutumance. Il est à remarquer qu'une quantité notable d'acroléine, 1^g ou même plus par litre, n'est pas mortelle pour le ferment.

J'ai repris l'étude de la fermentation de la glycérine avec ce bacille ainsi purifié, en opérant l'ensemencement dans le milieu de Laurent peptoné et dans ce milieu exclusivement minéral. Je donnerai ici seulement quelques explications sur les variations de l'acroléine.

En milieu peptoné, à 20°, le réactif *albumine acide chlorhydrique nitreux* accuse la présence de l'acroléine un jour après l'ensemencement; l'aldéhyde croît jusqu'à un maximum de 10^{cg} environ par litre, reste stationnaire, puis diminue en même temps que l'activité cellulaire se trouve paralysée par les produits formés : à la fin de la fermentation, la recherche de l'acroléine par réaction directe sur le liquide est négative, mais on peut en retrouver des traces dans le premier fractionnement de distillation.

En milieu exclusivement minéral, en raison de l'activité bactérienne moindre, la réaction de l'acroléine n'est positive que plusieurs jours après l'ensemencement; ses variations sont analogues aux précédentes : toutefois, si sa production est ralentie dans ce milieu, elle se transforme aussi moins vite que dans le milieu peptoné, et le maximum en acroléine peut atteindre 15^{cg} par litre.

Ces relations de cause à effet permettent de supposer que les métamorphoses de l'acroléine ne sont pas uniquement d'ordre chimique, mais qu'elles dépendent aussi de l'acte vital; prévisions que j'ai pu confirmer directement par d'autres essais.

Les expériences suivantes témoignent encore des mutations de l'acroléine et de l'action paralysante des acides nés dans cette fermentation.

Dans des cultures peptonées, faiblement glycérinées à 1, 2, 3 pour 1000, à 20°, la fermentation s'arrête au bout de 3, 5, 7 jours, par insuffisance de matière fermentescible, et la réaction acroléinique directe, d'abord positive, devient négative : si alors on réajoute de la glycérine, le liquide accuse, dès le lendemain, la présence de l'aldéhyde : dans des cultures glycérinées à 10, à 15, à 20 pour 1000, le fermentation s'arrête au bout d'un temps variable, sous l'influence paralysante surtout des acides formés, bien qu'il reste un excès de glycérine, et la réaction acroléiniqne directe, d'abord

positive, ne se produit plus; si alors on sature par du carbonate de chaux, la fermentation continue et la réaction peut être obtenue à nouveau.

Dans cette fermentation, l'acroléine dérive directement de la glycérine, suivant son mode chimique usuel de formation par action des agents de déshydratation sur cet alcool. Dans aucun de mes essais, je n'ai trouvé dans mes cultures un corps qui pût servir de substance intérimaire : de plus, les produits habituels de fermentation de la glycérine, en particulier les acides : butyrique, lactique, succinique, le glycérose, la dioxyacétone ne donnent pas d'acroléine quand on les introduit dans les cultures.

Enfin l'acroléine doit naître à l'état libre et non polymérisée.

Il suffit de distiller le liquide de culture ou de l'évaporer dans le vide pour en dégager l'aldéhyde et percevoir son odeur caractéristique : à moins donc d'admettre la formation d'un polymère très instable, l'acroléine apparaît comme produit direct d'analyse et non comme résultant de la dissociation secondaire d'un produit de synthèse.

Quel est le mécanisme biologique de cette transformation ?

Tout d'abord, il paraît convenable d'écarter l'hypothèse d'une déshydratation par réversibilité d'action d'une diastase hydratante qui construirait de la glycérine par fixation d'eau sur l'acroléine; car, en raison de l'instabilité de cette dernière substance, il ne peut se produire un état d'équilibre dans le système chimique, glycérine, eau, acroléine, condition nécessaire pour l'action réversible : plusieurs essais d'hydratation de l'acroléine par le ferment acclimaté ont été négatifs.

Cette transformation de la glycérine en acroléine, par voie de fermentation, serait donc le résultat d'une action déshydratante simple, non réversible.

On peut se demander si d'autres fermentations de la glycérine ne conduisent pas aussi à la formation de ce produit primordial de dégradation moléculaire. Sans anticiper sur ce sujet, je puis signaler le fait suivant : en ensemençant le milieu de Laurent peptoné ou non, glycériné et stérile, avec l'eau de Dijon, j'ai obtenu des cultures abondantes d'un bacille présentant les caractères morphologiques de celui décrit plus haut, avec formation d'acroléine.

MÉDECINE. — *Le diagnostic de la maladie du sommeil par l'examen des propriétés attachantes du sérum.* Note [1] de MM. C. LEVADITI et S. MUTTERMILCH, présentée par M. E. ROUX.

Nous avons montré, en juillet 1910 [2], que le sérum des animaux trypanosomiés et sacrifiés pendant la première crise, provoque *in vitro* l'attachement des trypanosomes correspondants sur les leucocytes. Plus tard [décembre 1910 [3]], nous avons insisté sur la possibilité d'établir le diagnostic de certaines trypanosomiases de par le simple examen du sérum, au point de vue de ses propriétés attachantes. Laveran et Thiroux [4] ont contrôlé nos affirmations, ont étendu leurs investigations à un plus grand nombre de trypanosomiases et ont confirmé nos conclusions. Toutefois, les auteurs font quelques restrictions en ce qui concerne la spécificité *absolue* du phénomène de l'attachement. En effet, si dans les cas choisis par nous (sérum *Nagana-Togo*, *Tryp. togolense*, *Tryp. Nagana* et *Tryp. dimorphon*) et dans plusieurs autres, l'attachement n'a lieu que si l'on se sert de l'espèce de trypanosomes qui a servi à la préparation du sérum attachant; par contre, lorsqu'il s'agit du *Nagana-Togo* et du *Tryp. Evansi*, il y a action croisée.

Nous avons poursuivi nos recherches et nous avons constaté : 1° qu'en effet, la règle générale de la spécificité du phénomène de l'attachement souffre quelques exceptions. Le sérum préparé avec une espèce de trypanosomes donnée peut agir, quoique plus faiblement, sur une autre espèce plus ou moins voisine. Le fait s'explique, si l'on admet que la réaction de l'attachement est une *réaction de groupe* et que certaines espèces de trypanosomes possèdent, outre leur antigène particulier et spécifique, des groupements communs, pouvant donner naissance à des anticorps attachants non spécifiques. L'existence de ces groupements communs ressort, d'ailleurs, de nos recherches sur la réaction de Bordet et Gengou appliquée à l'étude des sérums anti-trypanosomiques (*Zeitschr. für Immunitätsforschung*, 1908) et des constatations plus récentes de A. Léger et Ringenbach (trypanolyse).

---

(1) Présentée dans la séance du 24 juillet 1911.

(2) LEVADITI et MUTTERMILCH, *Comptes rendus de la Soc. de Biologie*, t. LXVIII, 1910, p. 1079.

(3) LEVADITI et MUTTERMILCH, *Ibid.*, t. LXIX, 1910, p. 635.

(4) LAVERAN et THIROUX, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 487.

2° *La réaction de l'attachement peut servir au diagnostic de la maladie du sommeil.* Nous avons constaté, à ce propos, que le sérum des cobayes et des singes infectés par le *Tryp. gambiense*, et aussi le sérum des sujets humains atteints de la maladie du sommeil, attachent *in vitro* ce trypanosome aux leucocytes du cobaye.

Technique. — Le sérum est inactivé à 55°, pendant 30 minutes. Leucocytes de cobaye (injection d'aliment Mellin dans le péritoine), lavés, frais ou conservés pendant quelques jours à la glacière. Trypanosomes de rats injectés par voie péritonéale (sang défibriné) (1). 10 à 15 gouttes de sérum, 2 gouttes de leucocytes et la quantité suffisante de sang trypanosomié.

a. Le sérum d'un *cobaye* saigné 15 jours après l'infection et en pleine crise, a attaché fortement le *Tryp. gambiense*. Aucun attachement de ce trypanosome par le sérum anti-*Togolense*. Le sérum était actif à $\frac{1}{20}$.

b. Deux *rhesus* (nos 63 et 68) ont été injectés le 26 mai 1911. Le 63 reçoit une injection de 606 le cinquième jour. Les trypanosomes disparaissent en 24 heures et le sérum, qui était inactif pendant l'infection, attache fortement le lendemain de l'injection. Le 68 fait sa crise le huitième jour; 24 heures après, apparition de propriétés attachantes. Quatre autres singes ont été mis à notre disposition par M. Mesnil. L'infection remontait à 46 *jours*, *un an et huit mois*, *deux ans* et *cinq ans*. Deux d'entre eux avaient été traités par l'atoxyl et le 606. Sauf l'animal dont la maladie remontait à cinq ans, tous les autres ont fourni un sérum fortement attachant. *Le principe actif apparaît donc dans le sérum des singes aussitôt après la crise et peut persister pendant plus ou moins longtemps* (*deux ans au moins*).

c. Nous avons examiné le sérum de *sept malades*, grâce à l'obligeance de M. le Dr L. Martin ou des patients eux-mêmes. La maladie datait d'*un an*, *un an et six mois*, *deux*, *trois et quatre ans;* chez deux d'entre eux, il y avait prédominance des troubles nerveux et tous avaient été traités. *Nous avons enregistré une réaction positive dans tous les cas*, mais l'intensité de l'attachement a varié. Très forte chez trois sujets, elle fut moyenne ou faible chez les autres, sans que nous ayons pu établir quelque relation entre la durée ou la gravité de la maladie d'une part, et l'intensité de l'acco-

(1) Nous nous sommes servis d'un trypanosome humain mis obligeamment à notre disposition par M. Mesnil, et avec lequel il a effectué toutes ses recherches thérapeutiques.

lement d'autre part [1]. A remarquer que le degré de cet accolement a été le plus faible chez deux malades infectés, l'un au Sénégal, l'autre au Soudan, et que notre trypanosome provenait du Congo. Il y aurait peut-être intérêt à se servir de la variété de trypanosome qui est propre au pays où l'infection a eu lieu.

Ajoutons que le sérum anti-gambiense (singe) a attaché faiblement le *Nagana-Togo*, et pas du tout le *Caderas* et le *Dimorphon*.

Étant donnée la simplicité de la technique, la méthode pourrait rendre de réels services pour le diagnostic de la maladie du sommeil. Le nombre de nos observations étant relativement restreint, seul l'examen d'un grand nombre de cas et à toutes les périodes de l'infection permettra d'apprécier à sa juste valeur notre procédé.

GÉOLOGIE. — *Sur un affaissement de l'Éocène inférieur au nord de Blaye, dans le pays de Cosnac (Charente-Inférieure.)* Note de M. **Jules Welsch**, présentée par M. H. Douvillé.

Lorsqu'on remonte la rive droite de la Gironde, à partir de Royan, on suit les falaises formées de crétacé supérieur jusqu'à Mortagne ; puis les alluvions modernes bordent l'estuaire jusqu'à Blaye, tandis que les coteaux s'écartent du fleuve depuis Mortagne par Saint-Thomas-de-Cônac, vers Saint-Bonnet et Saint-Ciers-la-Lande (aujourd'hui Saint-Ciers-sur-Gironde). La région est constituée, au Nord principalement, par la craie campanienne, puis la craie dordonienne jusqu'à Saint-Bonnet. On connaît, au sud de Saint-Ciers, le commencement des affleurements du calcaire de Blaye (Éocène moyen). Entre les deux affleurements calcaires, et souvent en superposition, on voit une grande formation argilo-sableux, dite des Sables de la Saintonge, surmontée de sables et cailloux roulés appartenant probablement à un terrain de transport d'âge pliocène.

Le contact du calcaire grossier de Blaye sur la craie nous échappe encore dans la Gironde, et en le cherchant, j'ai découvert un affleurement d'éocène inférieur, non porté sur la feuille géologique au $\frac{1}{80000}$ de Lesparre.

Les coteaux de Cosnac (ou Cônac) sont élevés au-dessus de la plaine d'alluvions modernes de la Gironde ; ils atteignent l'altitude 75, tandis que la région basse ne dépasse guère l'altitude 3. Ces coteaux ont été très déchi-

(1) Plusieurs sérums humains témoins se sont montrés inactifs.

quetés par l'érosion ; on y voit de nombreux vallons et ravins qui permettent de relever des coupes ; malheureusement les fossiles sont rares.

On voit successivement de bas en haut :

1° *Craie dordonnienne* dure à *Orbitoides media* et *Ostrea vesicularis*.

2° *Sables très fins* siliceux micacés, légèrement glauconieux ; ils sont gris jaunâtre en profondeur et deviennent légèrement ocreux à la surface ; ils sont finement stratifiés et leur épaisseur dépasse 10^{m}. Ils renferment des grès à *Nummulites planulatus* et appartiennent à l'Éocène inférieur, étage yprésien. A la partie supérieure, ils montrent des croûtes ferrugineuses et des plaquettes ocreuses qui font le passage aux couches supérieures. On peut les étudier près du cimetière de Saint-Sorlin-de-Cônac, sur la route de Saint-Thomas au château du Roc, et en général sur toutes les routes qui abordent les coteaux.

3° *Sables rouges grossiers*, quelquefois marbrés, quelquefois argileux, avec des graviers et des cailloux roulés de quartz blancs que je rapporte à la formation complexe dite des Sables de la Saintonge et du Périgord.

A la partie inférieure, les sables grossiers sont en concordance sur les sables fins yprésiens, et ils renferment souvent alors des poudingues ferrugineux à gros éléments, que les paysans appellent *grison;* on ne trouve pas de fossiles dans cette formation.

Sur la nouvelle route de Saint-Bonnet à Saint-Genis-de-Saintonge, une tranchée montre la craie dordonienne, puis les sables fins avec grès siliceux à *Nummulites*. Les échantillons représentent le couple de *N. planulatus* Lamarck, avec la petite forme A que M. Henri Douvillé a appelée *N. elegans auct.*, à Meschers en 1901; puis *N. subplanulatus* en 1906 (1). (Ce dernier nom ne peut du reste être conservé, d'après ce qu'a bien voulu m'écrire l'auteur lui-même, ayant déjà été employé.)

L'affleurement occupe une région longue de 4^{km} environ et large de 1^{km} à 2^{km}; dans son ensemble, il repose en apparence en stratification concordante sur le Crétacé ; il représente actuellement la limite nord du bassin de Blaye et d'Aquitaine.

Je n'ai pu voir la superposition du calcaire grossier de Blaye sur les sables fins yprésiens; peut-être la partie inférieure des sables de la Saintonge représente le calcaire de Blaye.

J'ai essayé de suivre à l'Est, vers Mirambeau et Montendre, cette assise de sables fins, sans y réussir.

Les sables, dont je signale ici l'existence, sont probablement en relation avec les sables fins indiqués par Benoist à la partie inférieure du sondage de l'abattoir de Blaye. D'autres sables fins ont été trouvés dans divers

(1) Tous les échantillons que je cite ici ont été revus par M. Henri Douvillé.

sondages de l'Aquitaine, comme à Barbotan (Gers). En tous les cas, on ne connaît pas d'affleurement d'Yprésien jusqu'au sud des Landes, dans la Chalosse de Saint-Sever et de Montfort.

Les sables yprésiens de Cônac sont les mêmes que ceux de l'îlot de Meschers, près Royan, signalé en 1901 par M. Henri Douvillé; ils sont seulement moins altérés; c'est après avoir étudié la tranchée de la route de Meschers à la Conche des Nonnes que j'ai pu en reconnaître l'identité.

Un peu au nord-ouest de Royan, j'ai reconnu deux petits gisements de ces sables dans les calcaires dordoniens. Sur le côté sud de la couche de Pontaillac, il y a une toute petite poche de sables très fins micacés, devenus argileux et ocreux, avec Nummulites. Entre les couches de Gilet et de Saint-Sordolin, un trou fait pour les fondations d'un chalet Neptune, était rempli de ces sables argileux avec plusieurs *N. planulatus* silicifiés. Ces deux derniers points sont probablement remaniés en partie, mais, en tous les cas, ils montrent l'ancienne extension de l'Éocène inférieur dans cette région.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 juin 1911.

Controverses transformistes, par Alfred Giard, avec 32 figures. Paris, C. Naud, 1904; 1 vol. in-8°.

Alfred Giard. *Œuvres diverses*, réunies et rééditées par les soins d'un groupe d'élèves et d'amis. I : *Biologie générale*. Paris, Laboratoire d'Évolution des Êtres organisés, 1911; 1 vol. in-8°.

Nouvelles Tables de Navigation, par Émile Guyou, Membre de l'Académie des

Sciences et du Bureau des Longitudes. Tome I : *Réduction à l'Équateur*. Tome II : *Calcul de la hauteur et de l'azimut*. Paris et Nancy, Berger-Levrault, 1911 ; 2 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Nouvelles Tables trigonométriques fondamentales (logarithmes), par H. ANDOYER. Paris, A. Hermann et fils, 1911. (Présenté par M. Darboux.)

Ministère du Commerce et de l'Industrie. *Exposition universelle et internationale de Bruxelles*, 1910. *Section française : Arts chimiques et Pharmacie. Rapport*, par M. TRILLAT. Paris, Comité français des Expositions à l'Étranger, 1911 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. A. Haller.)

Recherches sur les propriétés électriques des alliages d'aluminium, par M. WITOLD BRONIEWSKI. Paris, Gauthier-Villars, 1911 ; 1 vol. in-8°.

Determination of the altitude of aeroplanes, by ROBERT-W. WILSON; with two plates. (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* ; t. XLVII, n° 2, mai 1911.) Boston, Massachusetts ; 1 fasc. in-8°.

Études anthropologiques : Les aborigènes de Formose, par R. TORII ; 1er fascicule, avec 66 planches. (*Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo* ; t. XXVIII, art. 6, 23 décembre 1910.) Tokio ; 1 vol. in-8°.

Reports from the Laboratory of the Royal College of Physicians, Edinburgh, edited by Sir JOHN BATTY TUKE and JAMES RITCHIE ; t. X, XI. Édimbourg, Olivier et Boyd, 1911 ; 2 vol. in-8°.

Annales scientifiques de l'Université de Jassy ; t. VII, fasc. 1, mai 1911. Jassy ; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société roumaine des Sciences ; 20e année, n° 1, janvier-février 1911. Bucarest ; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 JUILLET 1911.

Institut de France. *Académie des Sciences. Procès-verbaux des Séances de l'Académie, tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août* 1835, publiés conformément à une décision de l'Académie par MM. les SECRÉTAIRES PERPÉTUELS ; t. I, an IV-VII (1795-1799). Hendaye (Basses-Pyrénées), Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, 1910 ; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Les Académiciens au Pérou (1735-1744), par G. PERRIER. (Extr. du *Bulletin de la Société astronomique de France*, mars-avril 1911.) Paris ; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Comité international des Poids et Mesures. Procès-verbaux des séances ; 2e série, t. VI, session de 1911. Paris, Gauthier-Villars ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Carte des gisements de coquilles comestibles de la partie de la côte de la Manche comprise entre le Havre de Saint-Germain, l'Anse de Vauville et Saint-Vaast, dressée par M. L. JOUBIN ; la Carte représente l'état des gisements en novembre 1910. Paris, imp. Erhard frères ; 2 feuilles in-plano. (Présenté par S. A. S. le Prince de Monaco.)

Anwendung künstlicher Düngemittel, von PAUL WAGNER; fünfte, veränderte und erweiterte Auflage. Berlin, Paul Parey, 1911; 1 vol. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Wiesendüngung, von PAUL WAGNER. Berlin, Paul Parey, 1910; 1 fasc. in-8°.

Versuche über Wiesendüngung, von PAUL WAGNER. Berlin, 1909; 1 fasc. in-8°.

Nouvelles recherches sur le potentiel de décharge dans le champ magnétique, par AUGUSTO RIGHI. (Extr. de *Le Radium*, t. VIII, mars 1911.) Paris, Masson; 1 fasc. in-4°.

Nuove ricerche sul potenzial di scarica nel campo magnetico: Memoria del Prof. AUGUSTO RIGHI, letta alla R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna nell' adunanza ordinaria del 26 marzo 1911; con 14 figure. Bologne, 1911; 1 fasc. in-4°.

L'Opera classica di GUGLIELMO KOERNER, *pubblicazioni raccolte ed ordinate in occasione del 50° anniversario della sua laurea*. Milan, 1910; 1 vol. in-8°.

Die Stellung der Physik und Naturphilosophie zur Weltätherfrage, von H. RUDOLPH. Berlin, 1911; 1 fasc. in-8°.

Handbook for ironfounders, issued by the Frodair iron and steel Company. Londres, s. d.; 1 vol. in-12.

Seiches in some lakes of Japan, by S. NAKAMURA and K. HONDA. (*Journal of Science, Imperial University of Tokio:* t. XXVIII, fasc. 5, mars 1911.)

Chrysotile-asbestos, its occurence, exploitation milling and uses, by FRITZ CIRKEL; second edition. Ottawa, 1910; 1 vol. in-8.

Studies of mexican and central american plants; n° 7, by J.-N. ROSE. (*Contributions from the United States national Herbarium;* t. XIII, 9e partie.) Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 AOUT 1911.

PRÉSIDENCE DE M. LE GÉNÉRAL BASSOT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

RADIOACTIVITÉ. — *Action du niton (émanation du radium) sur les sels de thorium.* Note de Sir **William Ramsay.**

Je suis bien content que d'autres aient essayé l'action du niton sur les solutions des sels. Mais je ne peux que regretter que M. Herschfinkel ne m'ait pas consulté avant de faire les expériences qu'il a décrites dans les *Comptes rendus* du 24 juillet.

D'abord, les 270^g d'azotate de thorium n'ont jamais été soumis à l'action de l'émanation du radium. Le but de mes premières expériences était de rechercher l'hélium produit des sels de thorium; et, après une durée de plus de 6 mois, j'ai pensé pouvoir reconnaître le spectre de l'hélium dans les gaz qui échappent de la solution de l'azotate de thorium. J'ai répété les expériences quatre fois avec la même solution, et je n'ai jamais manqué d'observer (et de mesurer) une assez grande quantité d'anhydride carbonique qui s'était échappée de la solution.

La seule chose remarquable était le fait que chaque fois la quantité d'acide carbonique paraissait être proportionnelle au temps de repos de la solution. Il ne me paraît pas tout à fait exclus que le thorium pouvait se décomposer en carbone, qui s'oxyderait en acide carbonique.

Pour résoudre cette question, j'ai purifié un échantillon d'azotate de thorium des matières organiques, premièrement par échauffement au rouge,

et ensuite par dissolution dans de l'acide azotique. Il est peu probable que l'azotate ainsi obtenu contienne du carbone.

Cette solution a été cristallisée plusieurs fois avec les plus grandes précautions d'exclure la poussière; et quelques centimètres cubes d'une solution de beaux cristaux d'azotate ont été introduits dans une petite ampoule de verre.

J'ai exposé cette solution d'azotate au niton provenant de $0^g,6$ de bromure de radium, préalablement purifié d'acide carbonique par contact pendant plusieurs heures avec un morceau de potasse caustique humide, sans qu'il ait touché ni de la graisse, ni du caoutchouc. M. Aster et moi nous avons toujours trouvé l'acide carbonique dans les gaz de l'ampoule. Les azotates de bismuth, de mercure et d'argent n'en ont donné aucune trace.

Les expériences de M. Herschfinkel, selon mon avis, ne prouvent qu'une chose, c'est que l'échantillon de thorium dont il s'est servi contenait des composés qui ont fourni de l'acide carbonique après traitement avec du permanganate, qui d'ailleurs lui-même donne ordinairement une assez grande quantité d'acide carbonique par l'échauffement.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Sur les mouvements de l'écorce terrestre et leurs causes, par Claude Gaillard. (Présenté par M. Michel Lévy.)

MM. **Charles Depéret**, **Charles Féry**, **G.-A. Hemsalech**, **Albert Michel-Lévy**, **E. Millosevich**, **René Nicklès**, **C. Rambaud** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Les anneaux de Saturne sont-ils dus à une radiation électrique de la planète?* Note [1] de M. **Kr. Birkeland.**

Depuis 1859, époque où Maxwell publia son Mémoire classique sur les anneaux de Saturne, l'hypothèse que ceux-ci se composent d'une multitude immense de corps relativement petits est en train de se faire accepter par tous les astronomes.

Pour le moment, cette hypothèse paraît donc très forte, quoiqu'il soit presque incroyable qu'un pareil anneau de poussière cosmique puisse maintenir quasi éternellement, alors qu'il a moins de 21^{km} d'épaisseur [2] avec un rayon extérieur de $135\,100^{km}$.

Il y a cependant des astronomes qui semblent commencer à se méfier de cette hypothèse.

Hermann Struve, après avoir constaté que leur masse totale est sûrement inférieure à $\frac{1}{26720}$ de celle de Saturne [3], dit de ces anneaux : Ils semblent composés uniquement d'une lumière immatérielle, d'un film de poussière seulement, ou d'un tourbillon de brouillard.

Le Dr Barnard, après l'observation faite par lui en 1907 de l'illumination du coté sombre des anneaux de Saturne, exprime comme suggestion [4] que les anneaux sont auto-lumineux, mais il rejette cette idée par la conjecture qu'une pareille théorie n'est pas compatible avec la constitution physique des anneaux.

Je pense qu'il sera parfaitement possible de satisfaire à tous les résultats des observations faites jusqu'ici sur ces anneaux par une hypothèse tout autre que ladite théorie météorique.

Dans ma Note des *Comptes rendus* du 6 février 1911, j'ai décrit quelques expériences qui peuvent servir comme point de départ à une explication de la lumière zodiacale.

Autour d'un globe fortement magnétique de 8^{cm} de diamètre, j'ai produit, dans un vase de décharge d'une capacité de 70^{l}, un anneau ayant jusqu'à 34^{cm} de diamètre, avec de longs rayons lumineux dans les régions polaires du globe, le tout ressemblant fortement aux dessins du Soleil pendant une éclipse.

Or, si l'on diminue le courant de décharge, qui dans l'expérience citée était de 10 à 30 milliampères, jusqu'à $\frac{1}{10}$ de milliampère, les phénomènes

---

(1) Présentée dans la séance du 17 juillet 1911.

(2) Russell, *Astrophys. Journ.*, t. XXVII, 1908, p. 233.

(3) *Publications de l'Observatoire central Nicolas*, série II, t. XI, 1898, p. 232, et Young, *General Astronomy*, p. 395; Boston, 1900.

(4) *Astrophys. Journ.*, t. XVII, 1908, p. 39.

polaires cessent, l'anneau devient extrêmement mince et prend quelquefois un aspect presque parfaitement conforme à celui des anneaux de Saturne.

On voit sur le globe, autour de son équateur magnétique, une ceinture lumineuse, puis un anneau obscur qui se transforme par degrés, plus loin du globe, en un anneau peu lumineux ressemblant aux anneaux de crêpe de Saturne. Cet anneau peu lumineux se transforme ensuite en anneau très lumineux. J'ai même vu quelquefois dans ce dernier anneau une division correspondant à celle de Cassini dans l'anneau de Saturne (voir *fig.* 3). Cela doit dépendre du gaz raréfié contenu dans le vase de décharge.

Les dimensions de ces anneaux augmentent rapidement avec la tension et je suis sûr qu'il sera possible, autour d'un pareil globe de 8^{cm}, de produire un anneau ayant 1^{m} de diamètre : c'est là ce que je tâcherai de faire.

Les figures reproduites ici ne sont pas excellentes, l'anneau étant trop

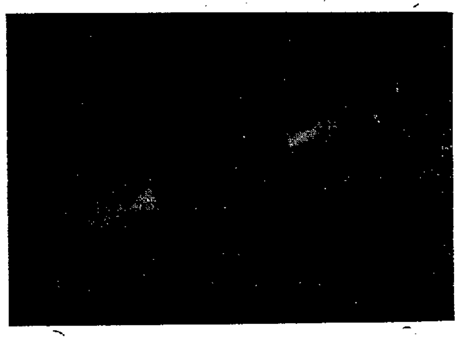


Fig. 1. — Vue de côté.

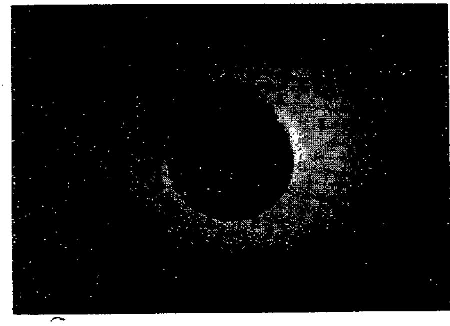


Fig. 2. — Vue d'en bas.

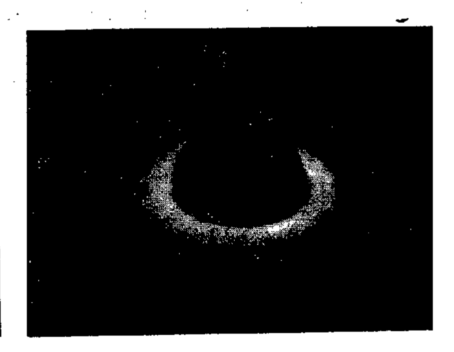


Fig. 3.

épais, attendu qu'il était impossible d'obtenir une pression gazeuse suffisamment petite dans ce grand vase de décharge.

J'espère cependant bientôt pouvoir publier une reproduction plus parfaite de ces splendides anneaux, par exemple avec une division distincte correspondant à celle de Cassini.

Comment pourra-t-on expliquer les phénomènes des anneaux de Saturne en les supposant dus à une pareille radiation électrique de la planète en considérant celle-ci comme magnétique ?

Des investigations physiques sur les pouvoirs d'un gaz électriquement lumineux et de la matière radiante, aux fins d'absorption et de diffusion de la lumière solaire, n'ont, que je sache, pas eu lieu jusqu'ici sur une bien large échelle; mais, au cours des toutes dernières années, on a cependant obtenu quelques résultats tout spécialement intéressants.

Ladenburg (1) démontre comme quoi le nombre des électrons de dispersion dans l'hydrogène lumineux est proportionnel à l'amplitude du courant qui le traverse. Or l'intensité de la lumière est, elle aussi, proportionnelle à celle du courant et, sous pression constante, le nombre des ions est lui-même proportionnel à l'intensité du courant.

Tout ceci semble être de nature à confirmer l'hypothèse que le véhicule des séries hydrogéniques spectrales est l'atome-ion positif.

A la suite d'un grand nombre d'investigations intéressantes, Wood (2) est d'avis que les raies de Balmer et les spectres qui les accompagnent sont le produit d'atomes ayant perdu un nombre d'électrons égal à 1, 2, 3, 4 et ainsi de suite.

Maintenant, il y a certainement de fort bonnes raisons pour admettre que, dans la matière radiante que nous supposons avoir été irradiée par Saturne, il y a comparativement un très grand nombre d'électrons de dispersion qui peuvent servir de récepteurs et de résonateurs à des ondes lumineuses venant du Soleil, et qu'il est parfaitement possible ici aussi que ce nombre d'électrons de dispersion soit proportionnel à l'intensité du courant électrique émanant de Saturne, suivant le mode admis par nous.

Tous les effets de lumière et d'ombre émanant des anneaux de Saturne peuvent être expliqués en partant d'une pareille hypothèse, d'après laquelle, pour ainsi dire, les anneaux se renouvellent à chaque instant.

Les recherches spectroscopiques dues à Keeler (3), relatives aux anneaux de Saturne et par lesquelles il a prouvé que leurs différentes parties sont soumises à une rotation conforme à la troisième loi de Kepler, peuvent être mises d'accord avec cette supposition, à la condition qu'on accorde ce fait bien probable que les molécules et atomes de gaz et de vapeurs, qui se trouvent à de grandes distances réciproques les unes des autres autour de Saturne, opèrent leur rotation moyenne conformément à la loi de Kepler.

---

(1) *Physikalische Zeitschrift*, 10. Jahrg., 1909, p. 497.
(2) *Physikalische Zeitschrift*, 10. Jahrg., 1909, p. 89, 425 et 913.
(3) *Astrophys. Journ.*, t. I, 1895, p. 416.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Kiess* (1911 *b*), *faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. J. **Guillaume.**

Dates. 1911.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	δ apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juill. 15....	15.22.14	−0.36,99	− 1.38,1	8: 8	4.36.39,48	−9,692	33.44. 5,4	+0,695	*a*
» 17....	14.35. 1	−1.13,51	+17.20,5	12:12	4.33. 7,46	−9,689	33.15. 3,8	+0,742	*b*
» 20....	14.16.36	+0.31,46	− 9.13,1	10:10	4.27.33,10	−9,685	32.23. 1,2	+0,747	*c*
» 21....	14.30.58	+0.39,56	−13. 2,1	10:10	4.25.35,40	−9,685	32. 2.54,4	+0,725	*d*

Position des étoiles de comparaison.

★	α moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	δ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a...........	4.37.16,41	+0,06	33.45.39,3	+4,2	A.G., Leiden, 1754
b...........	4.34.21,23	+0,14	32.57.38,9	+4,4	A.G., Leiden, 1747
c...........	4.27. 1,38	+0,26	32.32. 9,8	+4,5	A.G., Leiden, 1711
d...........	4.24.55,54	+0,30	32.15.51,9	+4,6	A.G., Leiden, 1703

Remarques. — Le 15, le jour gêne vers la fin des pointés. Le 17, l'aspect de la comète est celui d'une nébulosité circulaire d'environ 2′,5 de diamètre, avec noyau stellaire de 11e grandeur excentré au Sud; elle est bleuâtre, plus brillante au Nord qu'au Sud. Son éclat total est de 5e,5 à 6e grandeur; à cause de l'éclairement gênant de la Lune, probablement, on ne voit pas de queue. Le 21, l'éclat total est de 5e,5 grandeur; son aspect reste sensiblement le même, en dehors de l'agrandissement du diamètre qui mesure 3′.

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Kiess* (1911 *b*). *Son aspect photographique et son spectre.* Note de MM. **J.-Ph. Lagrula** et **H. Chrétien**, présentée par M. Bassot.

Malgré son faible éclat, nous avons pu étudier, à l'Observatoire de Nice, la comète Kiess, à l'aide de la photographie, en nous servant : 1° de l'appareil d'Hermagis, installé sur la lunette du petit équatorial, et qui sert habituellement pour la recherche photographique des petites planètes (objectif 0m,16; distance focale 0m,80); 2° du spectrographe, ayant déjà servi à l'étude de la comète Daniel (objectif 0m,16; distance focale 0m,45; prisme en flint de 62°).

Ces deux instruments étant montés sur l'équatorial, celui-ci sert de pointeur et les poses sont simultanées.

En mettant à profit tout le temps disponible entre le lever de la comète et l'aurore, nous avons obtenu trois clichés de chaque espèce aux époques suivantes :

	Pose de :	
a. Juillet 21..........	12^h50^m à 14^h40^m	Temps moyen de Greenwich
b. » 24..........	12.50 à 14.40	»
c. » 27 et 28.....	12.45 à 14.45	»

Vues ordinaires. — Celle (*b*) du 24 est la plus intéressante : la comète s'y montre pourvue d'une queue très fine, mesurant 1° de longueur, presque rectiligne, avec une très légère déformation sinusoïdale vers le milieu, et orientée suivant un angle de position de 272°,0 environ (l'angle de position du rayon vecteur prolongé, calculé d'après l'éphéméride AN. 4513, serait de 267°,4).

Par contre, sur le cliché (*c*), on ne trouve pas trace de queue, bien que nous ayons fait porter la pose sur deux nuits consécutives, la variation (45' par jour) de l'angle de position du rayon vecteur étant assez faible pour nous permettre d'espérer un meilleur résultat. Il est donc possible que l'éclat de la queue ait diminué ; mais nous devons signaler que les conditions atmosphériques, surtout le 28, étaient visuellement moins bonnes que précédemment, inconvénient qui devait être encore plus sensible au point de vue photographique.

D'ailleurs, pendant toute cette période d'observation, nous n'avons noté aucune trace de queue dans le champ du pointeur. Quant au noyau il est nettement globulaire sur toutes les épreuves photographiques ; *visuellement* il nous a paru bien mieux défini le 28 juillet que les nuits précédentes.

Spectres. — Les trois spectrogrammes ont le même aspect. Le spectre commence par la bande du cyanogène qui constitue la condensation la plus intense de toute la région photographique ; on y distingue des granulations très nettes répondant aux têtes de bandes. Le spectre se continue par une suite de condensations extrêmement faibles et, par suite, impossibles à repérer avec quelque précision. Voici leurs longueurs d'onde approximatives :

$$\lambda = 394,\ 397;\ 400,\ 402;\ 405,\ 411,\ 414;\ 420,\ 422;\ 425,\ 430,\ 438,\ 444;\ 450\,m\mu.$$

Le spectre se termine par la bande bleue des hydrocarbures, qui est très

fortement accusée, et où l'on retrouve des granulations correspondant aux têtes de bandes.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1911 *c*) *faites à l'Observatoire de Besançon* (*équatorial coudé* 0m, 33 *d'ouverture*). Note de M. **Paul Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Besançon.	ΔAR.	ΔD.	Nombre de comp.	AR apparente.	Log. fact. parall.	D apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Juill. 22....	10.46.13	−0.33,10	+0. 2,8	12: 9	22.12.27,42	$9,534_n$	68. 3.24,5	$0,664_n$	1
» 22....	11.45.53	−0.35,09	−1.17,9	12: 9	22.12.25,43	$9,415_n$	68. 2. 3,8	$0,623_n$	1
Août 2....	10.45.47	−2.21,62	−2.56,1	9:12	21.59.13,19	$9,449_n$	61.25. 7,7	$0,532_n$	2
» 3....	10.32.26	−1.31,40	−1.49,8	12: 9	21.57.25,80	$9,470_n$	60.42.39,0	$0,529_n$	3
» 4....	11.14.32	+0.15,80	+5.53,4	6: 6	21.55.31,89	$9,335_n$	59.59.28,1	$0,468_n$	4

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	AR moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	D moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1....	7,9	22.12.58,46	+2,06	68. 3.24,5	−2,8	8586 A.G., Berlin, B.
2....	5,9	22. 1.32,54	+2,27	61.28. 8,2	−4,4	13175 A.G., Cambridge (Engl.)
3....	7,8	21.58.54,91	+2,29	60.44.33,3	−4,5	13135 A.G., Cambridge (Engl.)
4....	7,5	21.55.13,78	+2,31	59.53.39,5	−4,8	13072 A.G., Cambridge (Engl.)

Remarques. — Le 22 juillet, la comète, de 10e à 11e grandeur, se présente avec une chevelure ronde, étalée, à bord imprécis et mesure au moins 3′ de diamètre. Un petit noyau, bien distinct, occupe sensiblement le centre. Absence de queue.

Les 2, 3 et 4 août, la comète a un aspect analogue à celui du 22 juillet, mais est peut-être un peu plus lumineuse.

Le 4 août, les mesures de la comète sont écourtées par l'intervention des nuages.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Éléments cristallins et orientations moléculaires.* Note [1] de M. **Marcel Brillouin**.

1. Le point de vue auquel je me suis placé dans la Note précédente [2] en évitant l'hypothèse du parallélisme des molécules, exige un complément

(1) Présentée dans la séance du 31 juillet 1911.

(2) *Comptes rendus*, 24 juillet 1911, p. 240.

aux théories de structure. Le cristal solide est un milieu périodique dont la maille est constituée par ce que j'ai appelé un *élément cristallin;* celui-ci est constitué par la réunion d'un certain nombre de molécules chimiques, toutes identiques, mais dont les centres d'action (¹) peuvent occuper dans la maille des positions *a priori* quelconques, en même temps que les orientations des axes principaux de chaque molécule sont aussi quelconques.

2. Les considérations suivantes permettent de restreindre cette indétermination. Si les molécules étaient parallèles, tous les centres d'action formeraient un réseau unique; il n'est pas possible d'admettre que cette propriété se conserve *rigoureusement* quand les orientations sont diverses; le champ d'action (forces et couples) est un champ à 6 variables (²), qui ne se sépare pas nécessairement en un champ de forces et un champ de couples indépendants. *Lorsqu'elles ne sont pas parallèles, les molécules d'un élément cristallin n'ont pas leurs centres d'action distribués aux nœuds d'un réseau sous-multiple exact du réseau du cristal.* On ne devra pas admettre que les centres d'action occupent les nœuds d'un réseau sous-multiple lorsqu'on écrira des formules d'actions mutuelles pour édifier la théorie moléculaire de l'élasticité, du clivage, etc. Mais on admettra que les molécules s'en écartent assez peu pour que, *dans les questions d'énumération, de géométrie de position et de symétrie de l'élément cristallin*, à chaque nœud d'un certain réseau sous-multiple on puisse faire correspondre une molécule et une seule, et réciproquement. Agir autrement serait se lancer dans une complication d'hypothèses que rien n'impose actuellement.

3. Cela posé, pour limiter le nombre de *sous-mailles* qui constituent l'élément cristallin, le travail à faire est le suivant:

Classer d'après leur symétrie les hypothèses analytiques les plus simples

(¹) Puisqu'il s'agit d'un état permanent ou moyen d'équilibre, l'inertie ne joue qu'un rôle secondaire; et le champ de force différant beaucoup d'un champ newtonien isotrope est sans relation simple avec l'inertie; il ne convient donc pas d'employer le centre de *gravité* comme point de repère dans les études d'équilibre moléculaire; c'est un point sur lequel j'ai insisté à bien des reprises depuis plus de 20 ans dans mes leçons soit à l'École Normale, soit au Collège de France.

(²) Après la molécule isotrope, c'est la molécule anisotrope solide dont il convient d'étudier le champ d'action, à titre de seconde approximation de la molécule réelle, pour édifier la théorie des cristaux.

que l'on puisse faire sur le champ d'action mutuelle de deux molécules rigides.

Dans chacune de ces hypothèses, obtenir quelques renseignements généraux sur les orientations successives des molécules, et en déduire la constitution et la symétrie de l'élément cristallin.

C'est ce travail que j'ai amorcé dans mes Leçons de cette année, et que je compte poursuivre.

Pour qu'un tel travail ait actuellement un intérêt physique, il faut posséder des éléments de contrôle; c'est ce que fournissent les propriétés vectorielles des molécules, comme je l'ai indiqué dans ma dernière Note; les études optiques précises des corps polymorphes pour des longueurs d'onde très différentes, et celles des corps isomorphes (comme celles de Tutton) seront du plus haut intérêt à ce point de vue, surtout si l'on y joint des études *complètes* (comme celles de Pockels) des variations des propriétés optiques de ces mêmes corps par déformation.

4. Terminons par quelques indications sur les formes les plus simples qu'on puisse attribuer à l'élément cristallin de l'aragonite, d'après ses seules propriétés optiques. Eu égard aux considérations du n° 2, et sans faire intervenir celles du n° 3, les quatre formes les plus simples correspondent aux quatre modes du système orthorhombique. Les huit molécules qui occupent les sommets du parallélépipède étant toujours laissées obliques, celles qui occupent soit le centre du parallélépipède, soit le centre des faces, ont par raison de symétrie leur axe de révolution parallèle à l'un des axes du système; il ne reste donc que trois cosinus à déterminer par les relations optiques faciles à écrire une fois la constitution de l'élément définie.

L'influence optique d'une molécule est la même quelle que soit la face centrée, mais elle dépend de son orientation; de là résultent un très grand nombre de cas distincts, dont l'énumération même sommaire tiendrait ici trop de place. Dans toutes ces variétés, l'orientation des molécules obliques est entièrement déterminée.

Pour choisir entre elles, on peut encore utiliser des considérations optiques, et partant de la dispersion de spath, qui définira la dispersion de la molécule de révolution (optique), chercher quelle dispersion produit chaque variété d'élément cristallin construit au moyen de la raie D, et comparer à la dispersion réelle de l'aragonite. De là l'importance de mesures dans un champ de longueurs d'onde aussi étendu que possible.

Remarque. — L'élément cristallin pourrait être un multiple des précédents; mais dans ce cas, les raisons de symétrie (de l'élément) ne suffiraient pas à déterminer l'orientation des molécules centrales, les équations optiques laisseraient des indéterminées trop nombreuses.

Inversement, il peut arriver que les valeurs numériques particulières des paramètres ν permettent de constituer un élément cristallin plus simple que les précédents. Si ce même élément particulier convient dans toute l'étendue du spectre, il en résultera une forte présomption en sa faveur.

On trouvera ailleurs le détail des discussions théoriques et numériques.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la photolyse des alcools, des anhydrides d'acides, des éthers-oxydes et des éthers-sels par les rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. A. Müntz.

Nous nous sommes proposé de compléter nos études antérieures de photolyse des alcools et des acides (*Comptes rendus*, t. 151, p. 478 et 1349; t. 152, p. 262) en les étendant aux composés engendrés par la réunion de ces corps avec élimination d'eau.

Alcools. — Le trait essentiel de la photolyse des alcools (*loc. cit.*) est un abondant dégagement d'hydrogène (70 pour 100 environ du gaz total), avec formation corrélative d'aldéhyde,

$$CH^3.CH^2OH = H^2 + CH^3.COH.$$

Un ballon de quartz de 40^{cm^3} rempli d'alcool éthylique, et refroidi au moyen d'eau, a été exposé durant 4 heures à 6^{cm} d'une lampe à mercure du type de 110 volts fonctionnant à un régime modéré (3^{amp},6 avec 45 à 50 volts aux bornes). Nous avons alors constaté la réduction de l'azotate d'argent ammoniacal. Les réactions suivantes montrent qu'il s'agit d'aldéhyde éthylique : recoloration instantanée du réactif de Schiff (fuchsine décolorée par l'acide sulfureux); coloration jaune après quelques minutes d'ébullition avec de la soude concentrée et un peu d'eau; coloration orangée au contact du réactif de Hehner (eau + une goutte d'eau phénolée + SO^4H^2 concentré). Toutes ces réactions essayées sur l'alcool initial, avant exposition, ont été négatives.

Nous avons vérifié également la formation d'aldéhyde méthylique dans l'alcool méthylique exposé aux rayons.

Éthers-oxydes. — La photolyse des éthers-oxydes (anhydrides d'alcools) ne donne pas de CO^2, ce qui répond bien à leur mode de génération, puisque les alcools non plus ne donnent pas CO^2. Par contre, les éthers donnent moins d'hydrogène et plus de carbures que les alcools : ce qui est bien d'accord avec leurs formules respectives.

Après 5 heures d'exposition à 2^{cm} d'une lampe en régime modéré, le gaz oxyde de méthyle CH^3OCH^3 est transformé aux $\frac{3}{10}$ en un mélange de $7^{vol}CO + 13^{vol}H^2 + 80^{vol}CH^4$ avec formation d'un composé liquide.

L'oxyde d'éthyle $C^2H^5OC^2H^5$ a donné $14^{vol},5CO + 85^{vol},5$ de gaz combustible, formé d'hydrogène, de méthane et d'éthane, avec prédominance de ce dernier.

Anhydrides d'acides. — L'absence d'hydrogène est caractéristique de la photolyse des anhydrides d'acides, comme l'absence de CO^2 l'était pour les anhydrides d'alcools. L'aptitude au dégagement de CO^2 diminue quand on passe d'un acide à son anhydride, de même que l'aptitude à dégager H^2 diminuait quand on passait d'un alcool à son anhydride. En revanche, l'anhydride donne plus de CO que l'acide correspondant : ce qui le rapproche des éthers-sels qu'on verra plus bas. L'anhydride acétique a donné $22^{vol}CO^2 + 36^{vol}CO + 19^{vol}CH^4 + 23^{vol}C^2H^6$.

Éthers-sels : Éthers des acides gras monobasiques. — Le Tableau suivant donne les volumes de CO, CO^2 et de gaz combustible (hydrogène et carbures) contenus dans 100^{vol} de gaz de photolyse, et le volume de CO^2 fourni par la combustion de 1^{vol} de gaz combustible. Enfin les trois dernières colonnes donnent la somme $CO + CO^2$, et les rapports de CO à CO^2, et de CO au gaz combustible dont la variation dans les corps homologues est intéressante à suivre.

	CO.	CO^2.	Gaz comb.	CO^2 du g. c.	$CO+CO^2$.	$\frac{CO}{CO^2}$.	$\frac{CO}{g.\ c.}$.
Formiate de méthyle...	34,5	29	36,5	0,70	63,5	1,19	0,95
Formiate d'éthyle......	51	18	31	0,96	69	2,87	1,64
Formiate d'amyle......	64	11	25	0,55	75	5,70	2,56
Acétate de méthyle.....	36,5	25	38,5	1,41	61,5	1,45	0,95
Acétate d'éthyle........	55	14	31	1,62	69	3,80	1,77
Propionate de méthyle..	40	18,5	41,5	1,52	58,5	2,17	0,96
Valérate de méthyle...	44	15	41	1,28	59	2,93	1,10
Valérate d'isobutyle....	48	13	39	»	61	3,70	1,23

Le gaz dominant est l'oxyde de carbone; un éther-sel le dégage en plus grande abondance que l'alcool ou l'acide générateurs. L'oxyde de carbone et l'anhydride carbonique forment environ les $\frac{2}{3}$ du gaz de photolyse; la somme $CO + CO^2$ du Tableau précédent oscille entre 59 et 69 pour 100 avec tendance à augmenter quand le radical alcoolique augmente.

Dans une série à radical acide commun, la proportion de CO^2 diminue des premiers termes aux suivants; tandis que celle de CO augmente ainsi que la richesse en carbone du gaz combustible. Mais il faut noter pour les termes élevés que les carbures formés ne se retrouvent plus en totalité dans le gaz : ils sont partiellement liquides ou dissous dans l'éther en excès : on s'explique ainsi la faiblesse anormale du volume de gaz combustible, ainsi que du coefficient 0,55 pour le formiate d'amyle. Tous les formiates donnent une notable dose d'hydrogène.

Dans une série à radical alcoolique commun, le rapport de CO au gaz combustible varie peu : il est voisin de 1 pour tous les éthers méthyliques.

La décomposition photolytique des éthers-sels n'est pas modifiée par l'addition de petites quantités d'eau.

Éther acétylacétique. — Ce corps donne $44^{vol}CO + 20^{vol},5\,CO^2$ et $35^{vol},5$ de gaz combustible, dont la combustion donne $1^{vol},46\,CO^2$ pour 1^{vol} de gaz : par suite la richesse en carbone est voisine de celle du gaz des acétates.

Éthers-sels aromatiques. — Nous avons constaté (*Comptes rendus*, t. 152, p. 376) que les composés à noyau fermé sont réfractaires à l'action décomposante de la lumière ultra-violette. Le formiate de benzyle dégage environ 20 fois moins de gaz que les éthers gras; ce gaz est formé de $\frac{3}{5}CO + \frac{2}{5}CO^2$. Le benzoate d'éthyle et le salicylate d'éthyle sont encore plus résistants. Après 6 heures d'exposition à 15^{mm} et 2 heures d'exposition à 2^{mm} d'une grosse lampe de 220 volts, qui les avait amenés à l'état de vapeur malgré leurs points d'ébullition élevés (supérieurs à 200°), on n'a constaté ni altération, ni dégagement gazeux.

Éthers-sels des acides bibasiques et des acides-alcools.

	CO.	CO^2.	G. c.	CO^2 du g. c.	$CO+CO^2$.	$\frac{CO}{CO^2}$.	$\frac{CO}{g.\,c.}$.
Carbonate de méthyle..	24,5	42	33,5	1,00	66,5	0,58	0,73
Oxalate de méthyle....	55,5	31,5	13	0,94	87	1,76	4,27
Oxalate d'éthyle.......	62,5	20,5	17	1,71	83	3,05	3,68
Succinate d'éthyle......	44,5	16	39,5	1,64	60,5	2,78	1,13
Tartrate d'éthyle.......	28	30	42	1,25	58	0,93	0,67
Lactate d'éthyle........	34	32	34	1,32	66	1,06	1,00

L'oxyde de carbone est en général le gaz dominant, et forme notamment plus de la moitié du gaz total des oxalates. La variation de CO et CO^2 entre les oxalates de méthyle et d'éthyle est analogue à celle entre les éthers méthyliques et éthyliques des acides monobasiques vus plus haut. Le gaz combustible des éthers méthyliques est du méthane; il s'enrichit en éthane dans les éthers éthyliques. Enfin la photolyse des éthers des acides-alcools (comme celle de ces acides-alcools eux-mêmes) donne un gaz particulièrement riche en CO^2.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de la berbérine.* Note de MM. **Amé Pictet** et **Alphonse Gams**, transmise par M. Armand Gautier.

Dans une Note récente relative à la synthèse de l'oxyberbérine [1], nous disions qu'il ne nous avait pas été possible de convertir celle-ci en berbérine et de réaliser ainsi la synthèse totale de ce dernier alcaloïde. Nous avons, depuis, atteint notre but en passant par la synthèse de la *tétrahydroberbérine* comme produit intermédiaire.

On sait que la tétrahydroberbérine s'obtient aisément par réduction de la berbérine et qu'elle régénère celle-ci sous l'action des oxydants faibles. Sa constitution, établie par les travaux de Perkin, Gadamer et Faltis, est exprimée par la formule

CH²
O CH²
CH² N
O
CH CH²
CH²
OCH²
OCH²

Nous avons obtenu ce composé au moyen des quatre réactions suivantes :

1° Condensation de l'homopipéronylamine,

$$CH^2O^2 = C^6H^3 - CH^2 - CH^2 - NH^2,$$

(1) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1102.

avec le chlorure homovératrique, $(CH^3O)^2 = C^6H^3 - CH^2 - COCl$, en présence de soude caustique. On obtient l'*homovératryl-homopipéranyl-amine* (formule I ci-après) en longues aiguilles incolores, fusibles à 136°.

2° Déshydratation de ce composé par l'action de l'anhydride phosphorique sur sa solution xylénique bouillante. Il se forme par cyclisation une base isoquivoléique tertiaire et non saturée (point de fusion 68°-70°) dont la constitution répond à la formule II.

3° Réduction de cette base par l'étain et l'acide chlorhydrique. Cette opération donne naissance à la *vératryl-norhydrohydrastinine* (formule III), base secondaire, cristallisant en fines aiguilles incolores et fondant à 208°-210°.

I. → II. → III.

4° Traitement de la vératryl-norhydrohydrastinine, dissoute dans l'acide chlorhydrique concentré, par le méthylal, à la température du bain-marie :

$$ + CH^2(OCH^3)^2 = \qquad + 2H^3COH$$

Le produit de cette dernière réaction s'est montré, de tout point, identique à l'hydroberbérine obtenue par réduction de la berbérine naturelle. Les deux substances, ainsi que leur mélange, fondent à 168° et donnent les mêmes colorations avec l'acide sulfurique concentré (jaune vif) et avec le réactif de Mandelin (brun jaunâtre, virant au bout de quelques minutes au rose). La même identité se remarque entre les sels des deux bases, dont les

points de fusion coïncident exactement : chlorhydrate 213°-214°, picrate 192°, iodométhylate 234°-236°, iodéthylate 226°-227°.

L'analyse de notre base a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{20}H^{21}N^{4}$.
	pour 100	pour 100
C..................	70,76	70,79
H..................	6,22	6.19
N..................	4,31	4,13

La synthèse de la tétrahydroberbérine entraîne celle de la berbérine, la première de ces bases ayant déjà été transformée en la seconde, ainsi que nous l'avons rappelé plus haut, par l'action de divers oxydants. Nous avons néanmoins répété l'opération avec notre produit et obtenu, en le traitant par le brome ou l'acide nitrique, les différents sels de berbérine avec tous les caractères que présentent ceux de l'alcaloïde naturel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide dithiocamphocarbonique.* Note ([1]) de MM. **L. Tchougaeff** et **G. Pigoulewsky**, transmise par M. A. Haller.

On connaît actuellement des xanthogénates ROCSSR, dérivés d'alcools primaires, secondaires et tertiaires. Par contre, on n'a pas encore signalé l'existence des xanthogénates dérivés des formes énoliques de cétones et d'aldéhydes.

Afin de combler cette lacune nous nous sommes proposé de préparer l'acide xanthogénique dérivé du camphre $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH \\ \| \\ C-OCSSH\end{matrix}\right.$ et surtout les éthers-sels correspondants.

Dans ce but, nous avons préparé d'abord le camphre sodé d'après la belle méthode pratiquée dans ces derniers temps au laboratoire de M. Haller, et notamment au moyen de l'amidure de sodium que nous avons fait réagir sur le camphre en solution toluénique.

Aussitôt la réaction terminée, on refroidit le liquide et l'on ajoute du sulfure de carbone en excès. On obtient ainsi une masse jaune qu'on traite ensuite avec du sulfate méthylique en chauffant pendant quelques heures au bain-marie. Enfin on débarrasse

---

([1]) Présentée dans la séance du 31 juillet 1911.

le produit de l'excès du dissolvant (en faisant passer un courant de vapeur d'eau) et on le rectifie sous pression réduite. On obtient ainsi un liquide de couleur jaune foncé, bouillant sans décomposition à 179° sous pression de 8^{mm}, $d_{\frac{20}{4}} = 1,1204$. Il est fortement dextrogyre :

$[\alpha]_C$.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_E$.	$[\alpha]_F$.	$\frac{\alpha_F}{\alpha_C} = 2,49$.
+313,91	+424,58	+594,48	+780,88	

Les analyses ainsi que la cryoscopie dans le benzène ont donné des résultats correspondant à la formule du xanthogénate

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\,CSS\,CH^3\\ \parallel\\ CH\end{array}\right. = C^{12}H^{18}OS^2.$$

Cependant, à l'encontre des autres xanthogénates, ce composé se distingue par un haut degré de *stabilité*. Il bout presque sans décomposition vers 300° sous pression atmosphérique et il est à peine attaqué par l'ammoniaque alcoolique à la température ambiante (¹).

Dans le but d'élucider sa constitution, nous l'avons hydrolysé en le chauffant pendant quelques heures à reflux avec un excès de potasse alcoolique. Après avoir chassé la majeure partie de l'alcool, on reprend par l'eau et l'on décompose par un excès d'acide sulfurique dilué. Une couche huileuse jaunâtre se sépare, qui se prend peu à peu en une masse cristalline. On l'essore sur porcelaine, on lave à l'éther de pétrole et l'on obtient ainsi une substance cristalline incolore qu'il est bien facile d'identifier par son point de fusion et par ses réactions caractéristiques (coloration violette avec du perchlorure de fer, décomposition en camphre et en acide carbonique) comme *acide camphocarbonique* $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH-COOH.\end{array}\right.$

La réaction du sulfure de carbone sur le dérivé sodique du camphre est donc parfaitement analogue à celle qui se produit, d'après M. Baubigny et d'autres auteurs entre le camphre sodé et l'acide carbonique gazeux. Il n'y a pas formation d'acide camphoxanthogénique, mais bien celle de l'acide dithiocamphocarbonique : $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH-CS-SH\end{array}\right.$, la saponification de

(¹) Les xanthogénates RO CSS CH^3 donnent dans ces conditions, avec la plus grande facilité, des thiouréthanes (xanthogénamides) RO CS NH^2.

son éther méthylique étant représentée par l'équation suivante :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH-CS-SCH^3\end{array}\right. + 4KOH = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH-COOK\end{array}\right. + K^2S + CH^3SK + 2H^2O.$$

Il est également facile d'obtenir l'acide dithiocamphocarbonique libre en décomposant par de l'acide sulfurique dilué une solution du sel potassique correspondant. Il se présente sous forme d'huile jaune, assez stable à la température ambiante et se décomposant par échauffement avec formation de camphre et de sulfure de carbone :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH-CS-SH\end{array}\right. = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CO\\ |\\ CH^2\end{array}\right. + CS^2.$$

Les dithiocamphocarbonates alcalins sont très solubles dans l'eau et donnent avec la plupart des sels de métaux lourds des précipités ou des colorations caractéristiques. Le sel de cuivre est de couleur brun foncé et totalement différent des xanthogénates cupreux qui sont, comme on sait, très caractéristiques.

Nous poursuivons actuellement l'étude de ces composés et de la réaction ci-dessus mentionnée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de la divalolactone.* Note [1] de M. S. Losanitch, transmise par M. A. Haller.

D'après M. Fittig, deux molécules de valérolactone perdent sous l'influence de l'éthylate de sodium une molécule d'eau et se condensent en divalolactone ($C^{10}H^{14}O^3$). Celle-ci, traitée par des alcalis, reprend une molécule d'eau en donnant l'acide divalolactonique. M. Fittig a attribué à ces corps les constitutions suivantes, donnant comme raison, entre autres, l'impossibilité de transformer l'acide divalolactonique (II) en divalolactone (I), ce qui devait s'effectuer aisément s'il appartenait au type de γ-oxyacides :

$$\text{(I).}\quad \begin{array}{l}CH^3.CH.CH^2.CH^2\\ \quad\;\; |\qquad\quad\;\; |\\ \quad\;\; O\text{———}C\\ \qquad\qquad\;\; \|\\ CH^3.CH.CH^2.C\\ \quad\;\; |\qquad\quad\;\; |\\ \quad\;\; O\text{———}CO\end{array} \qquad\qquad \text{(II).}\quad \begin{array}{l}CH^3.CH.CH^2.CH^2\\ \quad\;\; |\qquad\quad\;\; |\\ \quad\;\; O\text{———}C\\ \qquad\qquad\;\; \|\\ \quad\;\; O\text{———}C\\ \quad\;\; |\qquad\quad\;\; |\\ CH^3.CH.CH^2.CH.COOH\end{array}$$

(1) Présentée dans la séance du 31 juillet 1911.

La divalolactone, préparée d'après Fittig (¹), distille à 176°,5-177°,0 sous 13^{mm},5, donne avec le perchlorure de fer, après quelques heures, une coloration violette très intense, et se dissout, même à froid, si on l'agite avec une solution aqueuse de soude à 5 pour 100 en formant $C^{10}H^{15}O^{4}Na$. En acidulant cette solution on n'obtient que l'acide divalolactonique. Il est difficile de supposer que dans de pareilles conditions la divalolactone ait éprouvé un plus profond changement de structure moléculaire que le dédoublement de la liaison lactonique. Elle donne avec la phénylhydrazine, la *m*-nitrophénylhydrazine, l'hydroxylamine ou la semicarbazide des produits non cristallisables. Elle ne réagit pas avec l'isocyanate de phényle.

La divalolactone contient trois atomes d'oxygène, dont deux appartiennent à la liaison lactonique; pour le troisième, M. Fittig envisage la liaison éther-oxyde. Les résultats expérimentaux, exposés plus loin, nous conduisent à une nouvelle conception.

En faisant agir l'iodure de méthylmagnésium sur la lactone butyrique, M. Henry (²) a obtenu un glycol, qui perd, sous l'influence de l'acide chlorhydrique, une molécule d'eau donnant naissance à un oxyde.

Nous verrons plus tard que la valérolactone réagit de la même façon. Par contre, dans le cas de la divalolactone, on n'arrive pas à un glycol analogue ($C^{12}H^{22}O^{3}$), mais on obtient directement le produit de la déshydratation, l'oxyde $C^{12}H^{20}O^{2}$, que nous désignerons par *diméthylanhydrodivalolactone*. C'est un liquide distillant à 104°-105° sous 13^{mm},5, soluble dans l'eau, miscible à l'alcool, l'éther et le benzène $[M]_D = 94,85$. Il ne se combine, ni à froid, ni à chaud, à l'isocyanate de phényle. La diméthylanhydrodivalolactone réagit encore une fois avec l'iodure de méthylmagnésium, fournissant un produit qui distille à 136°-137° sous 13^{mm},5. Cependant ce corps n'a pas pu être obtenu à l'état de pureté parfaite, quoique je l'aie soumis à de nombreux fractionnements; il retient toujours des traces de produits, qui ne peuvent pas être séparées par la distillation. Les analyses montrent que ce corps répond à $C^{13}H^{24}O^{2}$.

On peut interpréter la dernière réaction de deux façons différentes. D'abord, supposer que c'est l'atome d'oxygène, à fonction éther-oxyde formé par la déshydratation du glycol, qui réagit avec l'iodure de méthylmagnésium, ou bien que cette réaction est causée par l'atome d'oxygène dont la fonction est jusqu'à présent inconnue.

(¹) *Liebig's Annalen*, t. 256, p. 56; t. 267, p. 191.
(²) *Comptes rendus*, t. 143, p. 1221.

La première hypothèse paraît peu probable. Pour l'écarter tout à fait, j'ai préparé le *α-méthyl-α'-diméthyltétrahydrofurane*, oxyde analogue à la diméthyldéhydrodivalolactone, et j'ai trouvé qu'il ne subit aucun changement, lorsqu'on le traite à chaud, pendant plusieurs heures, par un excès d'iodure de méthylmagnésium.

Ces faits démontrent qu'il est inadmissible de supposer dans le diméthyldéhydrodivalolactone, ainsi que dans la divalolactone, un atome d'oxygène en fonction éther-oxyde. L'action de l'iodure de méthylmagnésium sur la diméthyldéhydrodivalolactone s'explique alors en admettant un groupement *cétonique*.

Le *α-méthyl-α'-diméthyltétrahydrofurane* est un corps liquide incolore, distillant à 102°-103°, plus léger que l'eau, possédant une odeur éthérée intense et peu agréable. On l'obtient en quelques instants en faisant agir au bain-marie l'acide sulfurique à 60 pour 100 sur le glycol correspondant.

Le *2-méthyl-2.5-hexane-diol* se forme par l'action de l'iodure de méthylmagnésium sur la valérolactone. C'est un liquide très épais et visqueux, bouillant à 121°,0 sous 14^{mm}, miscible à l'eau, l'éther et l'alcool.

Régénération de la divalolactone. — En traitant l'acide divalolactonique avec le diméthylsulfate en présence de soude, il passe, selon les circonstances, en divalolactone ou en éther méthylique de l'acide divalolactonique. La divalolactone ainsi obtenue a été identifiée par le point d'ébullition, l'analyse et la transformation en acide divalolactonique. L'*éther méthylique de l'acide divalolactonique* est un liquide incolore, peu soluble dans l'eau et distillant vers 114° sous 13^{mm}.

Étant donné : 1° que la divalolactone contient un groupe cétonique et 2° qu'il est possible de la régénérer de l'acide divalolactonique, nous proposons pour ces deux corps les formules suivantes :

$$\begin{array}{l} \quad\;\, \overline{\mathrm{O}\qquad\qquad\qquad\qquad\quad} \\ \mathrm{CH^3-CH-CH^2-CH.CO} \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad \mathrm{C^4H^7-CO} \end{array} \qquad \text{et} \qquad \begin{array}{l} \qquad\quad \mathrm{OH} \\ \mathrm{CH^3-CH.CH^2.CH-COOH} \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \qquad\qquad \mathrm{C^4H^7-CO} \end{array}$$

Il reste encore à établir la constitution du groupe C^4H^7.

L'objet de ma prochaine étude sera l'alcoyl C^4H^7, ainsi que la condensation d'autres lactones.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une technique de la réaction de Friedel et Crafts permettant de préparer les cétones α-naphtaléniques à l'exclusion des isomères* β. Note de M. **E. Caille**, transmise par M. A. Haller.

Dans la préparation des cétones naphtaléniques par la technique habituelle de la méthode de Friedel et Crafts, on obtient toujours un mélange des isomères α et β dont la séparation en passant par les dérivés picriques (méthode de Rousset, la seule donnant de bons résultats) est toujours laborieuse.

M. Roux ayant indiqué que la proportion du dérivé α est d'autant plus forte qu'on effectue la réaction à température plus basse, il était à prévoir qu'en abaissant suffisamment cette température on arriverait vraisemblablement à obtenir exclusivement le dérivé α. Cette obtention est d'ailleurs facilitée, lorsqu'on opère dans le sulfure de carbone, par la formation, ainsi que nous l'avons remarqué, de composés d'addition des cétones avec le chlorure d'aluminium. Ces dérivés, analogues à ceux que M. Perrier a signalés avec les composés β, sont peu solubles à froid dans le dissolvant employé; ils se précipitent à l'état cristallisé et peuvent ainsi être facilement isolés par filtration.

Le mode opératoire adopté est le suivant :

Dans une solution sulfocarbonique de naphtaline et d'un chlorure d'acide, *refroidis à* 0°, on projette peu à peu du chlorure d'aluminium fraîchement sublimé; il se dissout et la réaction s'effectue avec précipitation d'un dérivé d'addition cristallisé dont la couleur varie avec la nature de la cétone formée. Cette réaction est complète au bout de 24 heures, ce dont on s'assure en pesant l'acide chlorhydrique dégagé. Le dérivé d'addition est alors filtré à la trompe le plus rapidement possible, puis décomposé par l'eau glacée aiguisée d'acide chlorhydrique.

La cétone libérée est obtenue avec un rendement variant entre 60 et 80 pour 100, et dans un état de pureté tel qu'une simple cristallisation dans l'alcool ou la ligroïne si elle est solide et une seule distillation sous pression réduite lorsqu'elle est liquide suffisent pour donner le corps absolument pur.

Cette méthode a été expérimentée sur la méthyl, l'éthyl, la propyl, l'isobutyl et la phénylnaphtylcétone.

L'oxydation de ces produits par l'acide nitrique (méthode de Roux modifiée par Rousset) fournit exclusivement de l'acide α-naphtoïque; nous sommes donc en droit d'affirmer qu'ils appartiennent tous à la série α. D'ailleurs leurs constantes physiques (points d'ébullition, indice de réfrac-

tion pour les liquides; point de fusion pour les solides) correspondent bien à celles déjà déterminées par les différents auteurs ayant préparé ces cétones.

		Sous la pression ordinaire. Indice de réfraction.
Méthylnaphtylcétone : point éb.......	295°-297°	$n = 1,622$ à $t = 27°$
Éthylnaphtylcétone..................	305-308	$n = 1,606$ »
Propylnaphtylcétone.................	315-316	$n = 1,596$ »
Isobutylnaphtylcétone...............	319-322	$n = 1,582$ »
Phénylnaphtylcétone : point fus......	75	» »

Nous avons également vérifié que conformément aux résultats de Rousset, la méthyl et l'éthylnaphtylcétone préparées donnent des combinaisons picriques fondant respectivement à 116° et 81°, tandis que les trois autres cétones n'en forment pas.

En résumé la technique que nous venons d'exposer permet d'obtenir directement les cétones α-naphtaléniques, elle supprime l'opération toujours pénible de la séparation des isomères et elle vient heureusement compléter celle qui a permis à M. Perrier d'obtenir directement les dérivés de la série β. Les rendements fournis par les deux procédés sont d'ailleurs analogues (60 à 80 pour 100).

PHYSIOLOGIE. — *De la spécificité des sérums antivenimeux. Sérum anticobraïque et venins d'Hamadryas* (Naja bungarus) *et de Kraït* (Bungarus cæruleus). Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. A. Dastre.

L'injection intraveineuse de venin de Cobra (*Naja tripudians*) en solution chlorurée sodique (1^{mg} de venin sec dissous dans 1^{cm^3} d'eau salée à 1 pour 100), pratiquée à dose convenable chez le lapin, détermine trois séries d'accidents essentiels : des accidents primaires, suivant de près l'injection du venin, chute temporaire de la pression artérielle, légère accélération respiratoire, diminution de la coagulabilité du sang; des accidents secondaires de curarisation, d'autant plus précoces que la dose injectée est plus grande, et, si la vie est entretenue par la respiration artificielle, pour une dose suffisante de venin, des accidents tertiaires, représentés par une chute progressive de la pression artérielle, conduisant l'animal à la mort.

Le venin d'Hamadryas (*Naja bungarus*) [1] présente les plus grandes analogies physiologiques avec le venin de Cobra.

Comme lui, il détermine des accidents primaires de même nature et sensiblement de même intensité; comme lui, il détermine des accidents secondaires de curarisation, et, pour les mêmes doses, son activité curarisante est la même. La similitude entre les deux venins n'est pourtant pas absolue : quand le venin de Cobra est injecté dans les veines du lapin, à raison de 1^{mg} par kilogramme, on peut, par la respiration artificielle, entretenir aussi longtemps qu'on le veut les contractions cardiaques et la pression artérielle; les accidents tertiaires ne se manifestent que si la dose injectée atteint ou dépasse 2^{mg} par kilogramme de lapin); quand on injecte dans les veines du lapin le venin d'Hamadryas, à raison de 1^{mg} par kilogramme, on peut encore assurer à l'animal, par la respiration artificielle, une prolongation manifeste de la survie, mais les accidents tertiaires finissent toujours par se développer, provoquant la mort de l'animal; on observe même, avec le venin d'Hamadryas, les accidents tertiaires avec des doses de venin à peine suffisantes pour immobiliser l'animal.

Mais, à part cette différence, les deux venins sont équivalents : lorsqu'on en injecte des mélanges, ils ajoutent leurs effets avec une précision toute mathématique, tant au point de vue des accidents primaires (et notamment de la grandeur de la chute de pression), qu'au point de vue des accidents secondaires (et notamment du moment de la mort par asphyxie). Les deux venins tuent donc en portant leur action sur les mêmes éléments anatomiques et de la même manière.

Le venin du Krait (*Bungarus cœruleus*) [2] produit les mêmes accidents primaires et secondaires que le venin de Cobra :

Comme lui, il tue par asphyxie consécutive à la paralysie périphérique des muscles de la respiration. Ses effets curarisants peuvent être compensés, comme ceux du venin de Cobra, par la respiration artificielle. (La faible quantité de venin de Krait dont j'ai pu disposer ne m'a pas permis d'étudier les accidents tertiaires de cette envenimation). Mélangé au venin de Cobra, le venin de Krait ajoute son action à la sienne, comme le fait le venin d'Hamadryas.

Il est donc légitime de conclure, qu'au moins en ce qui concerne les accidents primaires et les accidents secondaires, les trois venins de Cobra, d'Hamadryas et de Krait sont rigoureusement équivalents.

---

(1) Ce venin m'a été procuré par le Dr L. Rogers, qui l'avait obtenu au Jardin zoologique de Calcutta.

(2) Même provenance que le venin d'Hamadryas. Le venin dont je me suis servi était, à poids égal, moins actif que le venin de Cobra, 2^{mg} produisant les mêmes effets que 1^{mg} de venin de Cobra.

Le sérum antivenimeux ([1]), ou plus exactement anticobraïque, neutralise-t-il les effets des venins d'Hamadryas et de Krait, comme il neutralise les effets du venin de Cobra ?

Le sérum antivenimeux dont j'ai disposé neutralise exactement le venin de Cobra à la dose de $1^{cm^3},4$ pour 1^{mg} de venin. En injectant un mélange formé de 3^{mg} de venin et de $4^{cm^3},2$ de sérum antivenimeux, on ne provoque aucun accident. Or, un lapin auquel on injecte 3^{mg} de venin d'Hamadryas, additionnés de 10^{cm^3} de sérum anticobraïque, meurt curarisé. Donc le sérum anticobraïque n'est pas aussi efficace à l'égard du venin de l'Hamadryas qu'à l'égard du venin du Cobra. Toutefois il n'est pas complètement dépourvu d'efficacité : l'injection intraveineuse de 3^{mg} de venin d'Hamadryas et de 10^{cm^3} de sérum antivenimeux a fait mourir en 32 minutes un lapin de 2500^{g}; l'injection intraveineuse de 3^{mg} de venin d'Hamadryas et de 10^{cm^3} de sérum normal de cheval a fait mourir en 23 minutes un lapin de même poids : la différence de 9 minutes, observée dans la survie, correspond à l'action de l'antitoxine. L'étude des propriétés toxiques du venin d'Hamadryas que j'ai faite avec précision permet d'admettre que ce retard correspond à la neutralisation de $0^{mg},5$ de venin. Donc, pour neutraliser 1^{mg} de venin de Cobra, il faut $1^{cm^3},4$ de sérum antivenimeux; pour neutraliser 1^{mg} de venin d'Hamadryas, il en faut approximativement 20^{cm^3}, soit environ 15 fois plus.

Il en est de même pour le venin de Krait : l'injection intraveineuse de 2^{mg} de ce venin et de 10^{cm^3} de sérum antivenimeux a tué un lapin de 2^{kg} en 57 minutes; l'injection intraveineuse de 2^{mg} du même venin et de 10^{cm^3} de sérum normal de cheval a tué en 40 minutes un lapin de même poids. Donc le sérum antivenimeux a une légère action vis-à-vis du venin de Krait, mais cette action est, comme pour le venin d'Hamadryas, beaucoup moindre que celle qu'il possède vis-à-vis du venin de Cobra.

Ces résultats confirment, en les précisant, les conclusions de L. Rogers et autres expérimentateurs.

En résumé : 1° *au point de vue théorique*, le sérum antivenimeux de l'Institut Pasteur n'est pas rigoureusement spécifique, puisque son pouvoir de

---

([1]) Le sérum antivenimeux dont je me suis servi était du sérum antivenimeux de l'Institut Pasteur, préparé par le Dr Calmette et vendu par la maison Poulenc, de Paris. Ce sérum, si je ne me trompe, provient de chevaux préparés par injections de venins qui sont, sinon exclusivement, du moins essentiellement des venins de Cobras. Le sérum utilisé était de préparation récente.

neutralisation ne s'exerce pas seulement vis-à-vis du venin de Cobra, mais encore vis-à-vis des venins d'Hamadryas et de Krait; mais son activité est incomparablement plus grande à l'égard du premier que des seconds; 2° *au point de vue pratique*, étant donné que le sérum antivenimeux ne neutralise que $0^{mg},6$ à $0^{mg},7$ par centimètre cube; étant donné que le Cobra et l'Hamadryas inoculent ou peuvent inoculer dans une morsure une grande quantité de venin, on doit conclure que, si le sérum antivenimeux employé à dose suffisante peut préserver l'homme des accidents de la cobraïsation, la quantité nécessaire pour neutraliser le venin inoculé par un Hamadryas ou par un Krait serait de beaucoup trop considérable pour que le traitement sérothérapique soit pratiquement applicable aux sujets mordus par ces serpents.

PATHOLOGIE INFECTIEUSE. — *Essais négatifs d'immunisation antituberculeuse par voie intestinale.* Note (¹) de MM. **J. Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons montré (²) qu'on pouvait immuniser divers animaux, vis-à-vis de l'infection éberthienne et de l'infection pyocyanique, en leur introduisant, *dans le gros intestin*, des cultures complètes, tuées par la chaleur.

La vaccination antituberculeuse est-elle possible par cette méthode? On sait que Calmette, Guérin et Breton (1907) ont immunisé le cobaye, contre l'infection tuberculeuse alimentaire, en lui faisant *ingérer* des cultures chauffées à + 100°, puis des cultures chauffées à + 65°.

I. Nous avons employé comme vaccin d'anciennes cultures de tuberculose bovine, sur pomme de terre. Une fine émulsion de ces bacilles était tuée par un chauffage à + 65° pendant 6 heures. Elle était administrée en lavements de 15^{cm^3}, à l'aide d'une longue canule de 15^{cm}, avec addition de quelques gouttes de laudanum.

(¹) Présentée dans la séance du 31 juillet 1911.

(²) J. Courmont et A. Rochaix, *L'immunisation par voie intestinale, vaccination antityphique* (*Comptes rendus*, 20 mars 1911); *De l'immunisation antitoxique par la vaccination antityphique intestinale* (*Comptes rendus*, 10 avril 1911); *La vaccination antityphique par la voie intestinale* (*La Presse médicale*, 3 juin 1911); *La vaccination contre l'infection pyocyanique par la voie intestinale* (*Comptes rendus*, 11 avril 1911).

Nous avons expérimenté exclusivement sur le *cobaye*.

Des inoculations sous-cutanées préalables au cobaye avaient montré que les bacilles étaient bien tués.

Ces lavements sont bien supportés par le cobaye, qui ne présente aucun symptôme particulier.

II. Nous avons d'abord éprouvé la valeur de cette immunisation par une inoculation virulente *sous-cutanée*.

Huit cobayes reçoivent 6 lavements, à 4 ou 5 jours d'intervalle. Vingt-cinq jours après le dernier lavement, ces cobayes reçoivent, ainsi que trois témoins, sous la peau de la cuisse, 5 gouttes d'une émulsion de bacilles bovins virulents, provenant d'une culture sur pomme de terre.

De un à deux mois après cette inoculation, les onze cobayes meurent de généralisation tuberculeuse classique, sans distinction entre les vaccinés et les témoins.

III. Nous avons alors essayé l'épreuve par *ingestion*. On sait, depuis Chauveau, combien cette porte d'entrée est sensible. Nous avons suivi exactement le procédé de Calmette [introduction, par une sonde œsophagienne, d'une émulsion de bacilles tuberculeux (1^{dg}) âgés de 30 jours environ, dans une décoction mucilagineuse, additionnée de carbonate de soude à $\frac{2}{1000}$].

Cinq cobayes reçoivent, à 4 ou 5 jours d'intervalle, 5 lavements de 15^{cm^3}. Dix-sept jours après le dernier lavement, ils ingèrent, ainsi que trois témoins, des bacilles bovins virulents. Un mois plus tard, deux des vaccinés meurent avec généralisation tuberculeuse. Quinze jours plus tard (6 semaines), les trois vaccinés restant et les trois témoins sont sacrifiés. Sur les trois vaccinés, un est atteint de généralisation tuberculeuse ; les deux autres n'ont qu'une tuberculose abdominale ganglionnaire, mais abondante. Des trois témoins, l'un a une tuberculose généralisée complète ; l'autre n'a que quelques tubercules disséminés dans les organes, avec ganglions mésentériques ; le troisième n'a que des ganglions mésentériques caséeux.

Il n'y a donc aucune différence notable entre les vaccinés et les témoins. Il semblerait même que les vaccinés ont eu une généralisation plus rapide.

Tous ces cobayes ont présenté la forme de tuberculose consécutive à l'ingestion, c'est-à-dire : pas de tuberculose intestinale, nombreux et volumineux ganglions mésentériques caséeux, tuberculose des organes, avec, au point de vue pulmonaire, cette particularité de lésions lobaires massives, caséeuses, laissant à la coupe de véritables petites cavernes.

IV. *Conclusions.* — Nous avons échoué dans nos tentatives de vaccination antituberculeuse par voie intestinale (gros intestin).

ENTOMOLOGIE. — *Observations sur les mœurs d'un Myriopode, la Scutigère coléoptrée. Son utilité comme destructrice des Mouches; action de son venin; légende de sa présence accidentelle dans l'appareil digestif de l'homme.* Note (1) de M. **J. Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les mœurs des hôtes de nos demeures sont bien moins connues qu'on ne croit. Un Myriopode a récemment appelé notre attention, la Scutigère coléoptrée (*Scutigera coleoptrata* Lin., 1758); il habite dans les maisons les locaux tant soit peu humides, se cachant le jour dans les feuillures des portes et des fenêtres et dans toute fente où il peut engager ses trente pattes démesurément longues.

Le genre Scutigère est très répandu; en Australie vit la *Scutigera Smithii* Newport, observée par le Dr W. Haacke (1885 et 1886); aux États-Unis se trouve la *Scutigera forceps* Rafinesque, étudiée par une institutrice, Miss Kate Rondeau (1890); les deux espèces se livrent la nuit à la chasse des Mouches domestiques; une autre observatrice américaine, Miss Marie Murtfeld (1893), a vu une *Sc. forceps* capturer des Papillons d'assez forte taille ($0^m,50$ d'envergure), apparentés à nos Callimorphes, des *Haploa*, attirés par la lumière d'une lampe.

Rencontrant souvent dans notre demeure, à Conflans-Sainte-Honorine (Seine-et-Oise), notre Scutigère coléoptrée, où elle se tient de préférence dans les cabinets d'aisance, nous avons pu la surprendre la nuit faisant la chasse aux Mouches, et en particulier au *Fannia scalaris* Fab., qui viennent en nombre brûler leurs ailes aux bougies et se noyer dans la stéarine fondue (chose que ne fait jamais la Mouche domestique qui n'est pas attirée par la lumière artificielle) et dont la présence dans les commodités s'explique par ce que leurs larves vivent dans les matières en décomposition, résidus fécaux aussi bien que champignons pourris.

La Scutigère, à la chasse, surprend les Mouches endormies en se jetant sur elles et en les enlaçant avec ses pattes antérieures; il faut à tout prix arrêter les battements des ailes et surtout les mouvements vibratoires que les Mouches savent imprimer à leur

(1) Présentée dans la séance du 24 juillet 1911.

thorax et qui, par le frissonnement qu'ils causent, forcent souvent le chasseur, homme, oiseau, insecte, à les lâcher [1]; aussi s'empresse-t-elle de lui enfoncer ses forcipules dans le thorax pour lui instiller le venin qu'elles recèlent et qui les tuent instantanément. Quand les proies abondent autour d'elle et qu'elle craint qu'elles ne lui échappent, elle en capture trois ou quatre entre ses pattes qu'elle tue prestement pour les manger ensuite tout à son aise; *manger* n'est pas le terme propre, car elle se contente de malaxer le corps de sa victime pour en absorber les parties molles, laissant de côté les parties chitineuses de la tête, du thorax et de l'abdomen, de même que les ailes et les pattes, ainsi que le montrent les reliefs de ses repas. Il lui arrive parfois de tomber dans les récipients qu'on relègue dans les cabinets d'où elle ne peut s'échapper et où nous l'avons trouvée parfois prisonnière ou morte.

Une conclusion se dégage, c'est que les Scutigères, en leur qualité de chasseresses des Mouches qui hantent nos maisons, sont des auxiliaires fort utiles.

On pourrait objecter que les Scutigères, comme d'ailleurs tous les *Myriopodes chilopodes*, sont des animaux venimeux; mais lorsqu'on veut s'emparer d'une Scutigère, celle-ci ne songe pas à se défendre en faisant usage de ses forcipules; elle se hâte d'abandonner entre les doigts quelques-unes de ses 30 longues pattes dont elle se débarrasse par *autotomie*, et de se dérober, par une fuite rapide, au moyen des 15 ou 20 pattes qui lui restent; il faut une circonstance absolument fortuite pour qu'une Scutigère fasse usage de ces moyens de défense; on ne connaît qu'un seul et unique cas où elle mit en service ses armes, cas consigné par le Dr Josiah Curtis, de Washington: le soir, dans l'obscurité, marchant sur le tapis de sa chambre, une dame heurta une *Scutigera forceps;* celle-ci surprise inséra ses forcipules entre les doigts de son pied nu; cette morsure fut suivie d'enflure et de vive douleur qui durèrent 36 heures, tenant la victime éveillée toute la nuit. En réalité, les effets produits par la morsure de cette Scutigère sont comparables à ceux que détermine la piqûre de l'aiguillon d'une Abeille ou d'une Guêpe; l'action est localisée; d'ailleurs, si les observations et expériences des Drs H. Soulié, L. Bachelier et O. Duboscq ont démontré que les morsures par les forcipules avec instillation de venin faites par des Myriopodes, de taille infiniment supérieure à celle des Scutigères, n'ont pas la gravité que la tradition leur attribuait, *a fortiori*, celles des Scutigères, de taille bien moindre, ne sauraient présenter le moindre danger.

Parmi les observations médicales, quelques-unes appellent une critique raisonnée. On trouve, en effet, mentionné en 1907, par le Dr Maurice

---

(1) G. Künckel d'Herculais, *Organisation et développement des Volucelles*. Paris, 1875, p. 62.

Neveu-Lemaire, une observation sur un cas de parasitisme accidentel d'un Myriopode (*Scutigera coleoptrata*) dans le tube digestif de l'homme; si on lit le texte attentivement, on constate que c'est dans un seau hygiénique que la Scutigère a été rencontrée au milieu des déjections d'un homme atteint de diarrhée; si, d'autre part, on se reporte à l'observation ancienne du D[r] Huet, transmise en 1834 à la Société entomologique de France, relatant le fait d'un enfant ayant rendu une *Scutigera coleoptrata* (morte après son émission), et si on lit les conclusions qui ont été consignées, conclusions que voici : « La Société, après une longue discussion, regrette que ce fait ne soit pas même prouvé, remercie le D[r] Huet de sa Communication et ordonne son insertion dans son Bulletin », on arrive à la déduction que ces deux observations ne sont rien moins que probantes. En effet, si l'on se réfère à ce que nous avons dit de la présence des Scutigères dans les commodités où elles se livrent à la chasse nocturne des Mouches et où elles trouvent parfois une mort accidentelle en tombant dans les vases à paroi lisse qu'on y renferme, on a l'explication des erreurs d'observation.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Sur le rôle prépondérant de deux facteurs électrostatiques dans l'osmose des solutions d'électrolytes. Mouvements osmotiques normaux.* Note de M. **Pierre Girard**, présentée par M. A. Dastre.

La théorie de Van 't Hoff rend compte de la grandeur de la pression osmotique; cette grandeur se mesure par l'énergie cinétique des molécules dissoutes. Mais, comme l'a fait remarquer M. Dastre [1], elle n'est point explicative du mécanisme même de l'osmose. Or, du point de vue biologique, ce qu'il est surtout intéressant de connaître c'est ce mécanisme osmotique que nous savons intervenir dans toutes les fonctions liées à des processus d'échanges.

Dans une note précédente, nous avons indiqué [2] qu'en réalité, tout au moins dans le cas des solutions d'électrolytes, le mécanisme de l'osmose est sinon exclusivement, du moins essentiellement électrostatique. Soit un septum, constitué schématiquement par un assemblage de tubes capillaires, séparant de l'eau pure une solution.

---

(1) *Traité de Physique biologique*, 1901. *Voir* notamment, pages 552 et suivantes, la pénétrante analyse que fait M. Dastre de la théorie de Van 't Hoff.

(2) *Comptes rendus*, 4 juillet 1910.

Dans ces conditions, il n'y a de mouvement osmotique important qu'au cas où la solution contient des ions actifs au point de vue de l'électrisation de contact; au contact de ces ions qui sont surtout, comme l'a démontré M. Jean Perrin (¹), les ions H et OH, les parois du tube capillaire se chargent d'un certain signe électrique (celui de l'ion actif dans la liqueur). Envisageons en particulier l'un de ces tubes capillaires. La veine liquide qui le remplit se chargera d'un signe contraire à celui de la paroi : une couche double d'Helmholtz naîtra. Or on conçoit très bien que le champ électrostatique correspondant à la différence de potentiel des deux liqueurs que le septum sépare, et dont l'orientation est tangentielle à l'axe du tube capillaire, puisse amener le glissement de cette veine. Le sens de l'endosmose ainsi déterminée dépendra *exclusivement* de deux facteurs électrostatiques : le signe de la veine liquide et l'orientation du champ actif (²).

Cette conception s'est trouvée vérifiée par plus de 100 expériences d'osmose que nous avons faites ou que nous avons trouvées relatées dans les monographies touchant l'osmose.

L'intérêt biologique qui s'attache à la connaissance de ces faits est le suivant : jusqu'ici l'on a toujours pensé que c'est du seul rapport des pressions osmotiques que dépend le sens de l'osmose.

L'endosmose se dessine (sauf le cas des solutions d'acides forts) de l'eau vers la solution, ou des régions de plus faible pression vers celles de plus forte pression osmotique. Mais dans les organismes vivants on enregistre fréquemment des mouvements osmotiques dont le sens est inverse de celui que les seuls rapports de pression osmotique auraient pu faire prévoir.

On connaît dans cet ordre d'idées les expériences de Heidenhain relatives à l'absorption des solutions salines par l'intestin ; ou celles de Loeb relatives au changement de volume des muscles de grenouilles immergés dans des solutions salines isotoniques, hyper- ou hypotoniques au sérum, etc.

L'impossibilité d'expliquer par les seules lois connues de l'osmose les anomalies enregistrées avait conduit certains biologistes à conclure qu'à travers les tissus vivants les échanges sont régis par des lois propres, non réductibles aux simples lois de l'osmose, et qu'il faut faire intervenir alors une « activité cellulaire propre ». C'est en somme la thèse vitaliste.

(¹) JEAN PERRIN, *L'osmose électrique* (*Journal de Chimie physique*, 1903).

(²) Par *champ actif* il faut d'ailleurs entendre non seulement celui correspondant à la différence de potentiel du couple liquide, mais aussi celui correspondant à la polarisation du septum, polarisation dont nous avons décrit le mécanisme (*Comptes rendus*, 4 mai 1908); ces deux champs s'ajoutent algébriquement.

Or, nous avons montré le rôle du signe de la veine liquide et de l'orientation du champ électrostatique tangentiel à l'axe de cette veine, dans l'osmose des solutions d'électrolytes. Nous ne nions pas que le rapport des pressions osmotiques ou, si l'on préfère, l'affinité pour les molécules d'eau des molécules du corps dissous puisse jouer son rôle; mais l'influence de ce facteur pourra se trouver complètement masquée par l'entrée en jeu des deux facteurs électrostatiques que nous savons actifs dans l'osmose des solutions d'électrolytes. Dès lors on entrevoit la possibilité de réaliser *in vitro* ces mêmes anomalies osmotiques observées dans les organismes vivants, telles qu'une *rupture d'équilibre* entre deux solutions isotoniques, ou des *endosmoses négatives* (dirigées vers les régions de moindre pression osmotique). Il nous suffira pour cela de choisir nos solutions de façon que, le signe de la veine liquide étant donné, le champ électrostatique actif soit orienté convenablement. C'est à réaliser de telles *osmoses aberrantes* que nous nous sommes appliqués.

Dans les expériences que nous avons faites, il nous a fallu tenir compte de ce que les électrolytes passent à travers toutes les membranes même celles dites *de précipité*. Telle solution séparée d'une autre et qui lui était, au début, isotonique, cessera de l'être au bout d'un certain temps; à moins que les quantités diffusées dans les deux sens et qu'exprime la loi de Fick soient, non pas égales, mais telles que les quantités d'énergie cinétique qui y correspondent soient égales. Nous avons dû, en conséquence, soit limiter la durée de nos expériences, soit tenir compte de ces fuites d'énergie cinétique.

Voici dans leur ensemble les résultats que nous avons obtenus et qu'illustrent les chiffres ci-après.

Lorsque deux solutions isotoniques et dont l'une au moins est électrolytique, sont en présence, l'équilibre n'est pas rompu lorsque les facteurs électrostatiques que nous savons actifs dans l'osmose n'entrent pas en jeu. (Expériences 1, 2 et 3.)

Il en va tout autrement lorsque les conditions électrostatiques sont réalisées. Si rigoureuse que soit l'isotonie des solutions en présence, l'équilibre dès le début se trouve alors rompu, sans que les phénomènes de diffusion y soient pour rien (l'endosmose pouvant même se dessiner vers la solution devenue hypotonique).

Les chiffres ci-après se rapportent à des expériences d'une durée de 2 heures à 15°. Les solutions isotoniques utilisées développant généralement entre 2,5 et 3 atmosphères par centimètre carré; et la section intérieure de l'osmomètre était de 5^{cm}. Le septum était en vessie de porc, dégraissée à l'alcool chaud et lavée.

Nos.	Liqueurs isotoniques en présence.	Signes de la veine liquide.	Différence de potentiel correspondant au champ actif.	Orientation du champ.	Sens de l'osmose.	Mouvement osmotique évalué en divisions.
1.	KCl / NaCl	»	0	»	»	0
2.	KCl / Na^2SO^4	»	0	»	»	0
3.	$MgSO^4$ / Saccharose	»	0	»	»	0
4.	Saccharose / Acide tartrique	—	volt 0,050	+ / —	↑	33
5.	Saccharose / $Pb(NO^3)^2$	—	0,040	— / +	↓	10
6.	Saccharose / K^2CO^3	+	0,060	+ / —	↓	30
7.	Acide tartrique / Na^2SO^4	—	0,060	— / +	↓	20

Mais ce double facteur électrostatique, dont le rôle nous apparaît capital dans l'osmose des électrolytes, peut faire mieux encore que *rompre l'équilibre* de solutions isotoniques au début; il peut déterminer des osmoses franchement *aberrantes*. A titre d'exemple une solution Na^2CO^3, qui développe $1^{atm},3$ par centimètre carré, étant séparée d'une solution de saccharose développant $3^{atm},2$ les conditions électrostatiques du système étant voisines de celles figurant dans l'expérience n° 7 du Tableau ci-dessus, l'osmose se dessine très nettement vers le carbonate de soude.

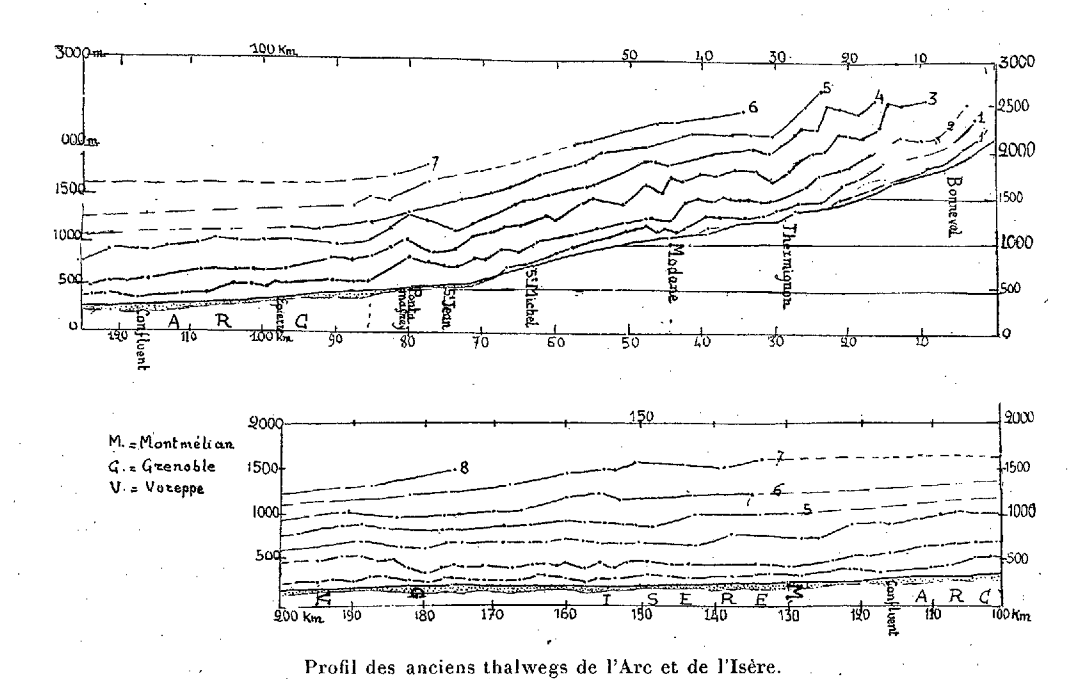
Résultats de même ordre avec le $COCl^2$ et le saccharose, l'acide citrique et $MgCl^2$, etc. Nous ne disons pas que dans tous les cas le rapport des pressions osmotiques cesse d'intervenir comme facteur actif, mais ses effets se trouvent masqués par l'entrée en jeu des conditions électrostatiques que nous avons définies.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Résultats de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion des vallées de l'Arc et de l'Isère.* Note de M. **Em. de Martonne**, présentée par M. Michel Lévy.

J'ai exposé précédemment (*Comptes rendus*, 24 juillet 1911) les conditions auxquelles doit satisfaire une analyse morphologique des niveaux d'érosion pour réduire au minimum les chances d'erreur. Les vallées de

l'Arc et de l'Isère (celle-ci depuis le confluent de l'Arc jusqu'à Rovon) ont été soumises à cette analyse en utilisant les minutes au $\frac{1}{20000}$ des levés de précision exécutés par l'État-Major pour la préparation de la nouvelle carte de France au $\frac{1}{80000}$. 187 profils ont été analysés. L'étude du terrain a été commencée en 1907 et poursuivie tous les étés. Voici les principaux résultats auxquels j'ai été conduit :

Il y a incontestablement (comme le montre la figure ci-dessous)



Profil des anciens thalwegs de l'Arc et de l'Isère.

de 7 à 8 niveaux d'érosion, que je numérote en commençant par le bas :

Les niveaux inférieurs (1, 2, 3) se suivent d'un bout à l'autre sans doute possible, leur altitude relative diminuant vers l'aval. Le niveau 1 rejoint le thalweg entre Saint-Michel et Saint-Jean. Le niveau 2 paraît l'atteindre à Rovon.

Les niveaux supérieurs présentent une lacune importante dans la région du confluent de l'Arc et de l'Isère, où le rapprochement des thalwegs devait nécessairement amener leur disparition lors de la formation des niveaux inférieurs par intersection des versants. Néanmoins leur parallélisme avec les niveaux inférieurs est si net partout ailleurs qu'on peut se croire autorisé à un raccordement. Tandis que les niveaux inférieurs disparaissent

vers l'aval, les niveaux supérieurs se perdent vers l'amont. Les niveaux 7 et 8 ne sont nettement marqués que dans le Grésivaudan. Les niveaux 5 et 6 disparaissent en amont de Bramans et de Thermignon.

Les thalwegs 1 à 4 présentent des irrégularités frappantes, avec des contrepentes, dont la valeur dépasse les erreurs possibles (50^m à 150^m). On en trouve en moyenne une tous les 10^{km}. Les plus marquées sont entre Bessans et Thermignon, Aussois et les Fourneaux, Saint-Jean et La Chambre, Epierre et Aiguebelle, Sassenage et Voreppe. Ces contrepentes sont en rapport avec les élargissements et les étranglements de la vallée; l'étude du terrain montre qu'elles correspondent à des bassins et des verrous emboîtés.

Dans certains cas, la nature des roches explique au moins l'origine des contrepentes (Pontamafrey, Voreppe); mais leurs dimensions dépassent la dénivellation de la plate-forme structurale. La multiplicité des contrepentes ne permet pas de les expliquer toutes par des captures. La même considération s'oppose à l'explication par des mouvements épeirogéniques. Ce sont de véritables dislocations qu'il faudrait faire intervenir tous les 10^{km}; et, comme les contrepentes se retrouvent au même point dans tous les niveaux, il faudrait admettre que ces dislocations sont postérieures aux derniers niveaux, ce qui est en contradiction flagrante avec tout ce qu'on sait de la régularité des terrasses alluviales du Bas Dauphiné. Il ne reste comme explication possible que l'érosion glaciaire, conforme aux lois que j'ai précédemment exposées (*Comptes rendus*, 24 janvier 1910). J'ai montré comment on peut, en effet, concevoir le processus de ce creusement, où l'approfondissement des thalwegs est dû en partie aux érosions fluviales interglaciaires, et où les anomalies des thalwegs glaciaires se perpétuent en reparaissant toujours au même point, après l'effort fait pendant les périodes interglaciaires pour les faire disparaître, en atteignant le profil d'équilibre. Je considère donc les niveaux 1 à 4 comme des thalwegs glaciaires, dont les points bas correspondent aux bassins et les points hauts aux verrous.

Les niveaux 5 à 8 paraissent plus réguliers que les niveaux 1 à 4. On y saisit seulement deux ruptures de pentes, mais sans contrepente certaine (c'est-à-dire dépassant l'erreur possible). Je considère ces niveaux supérieurs comme préglaciaires. La preuve en est donnée par le raccordement de deux d'entre eux avec le plateau de Chambaran et l'une des terrasses élevées qui se trouvent sur son flanc Sud.

Les ruptures de pente des thalwegs préglaciaires correspondent à des

lieux d'anomalies maxima dans les niveaux 1 à 4, notamment à Modane, Pontamafrey et Voreppe. Cette constatation confirme la théorie que j'ai exposée, suivant laquelle les anomalies du modelé glaciaire sont déterminées par des irrégularités du modelé préglaciaire. Les glaciers quaternaires sont venus occuper des vallées n'ayant pas atteint leur profil d'équilibre et présentant des étranglements et même des ruptures de pente. Il en est résulté, par le mécanisme que j'ai expliqué, la formation de bassins et de verrous.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 juillet 1911.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du ciel. Coordonnées rectilignes;* Tome III : zone $+21°$ à $+23°$. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. B. Baillaud.)

Observatoire central de l'Indo-Chine. *Service météorologique. Bulletin pluviométrique*, publié par G. Le Cadet, Directeur. *Tableaux annuels et cartes;* années 1906, 1907, 1908, 1909. Phu-Lien, Observatoire central, 1911; 1 fasc. in-f°.

Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique (comprenant la plupart des plantes d'Europe), par Gaston Bonnier, Membre de l'Institut, t. I, fasc. 1. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, E. Orlhac; Bruxelles, J. Lebègue et Cie; Neuchâtel (Suisse), Delachaux et Neistlé; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les Orchidées cultivées, description complète des espèces, par Julien Costantin; Ouvrage comprenant la description complète et détaillée de toutes les espèces cultivées, ainsi que l'énumération de tous les hybrides connus (près de 2000 espèces, plus 1500 hybrides) avec de très nombreux dessins en noir et les indications se rapportant aux dessins en couleurs de l'*Atlas des Orchidées cultivées* du même auteur; fasc. 1. Paris, E. Orlhac; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem. Hommage de l'auteur.)

Atlas des Orchidées cultivées, par Julien Costantin; contenant environ 1000 figures

en couleurs accompagnées d'un texte, avec dessins en noir, contenant l'organisation des Orchidées, leur histoire, les caractères des principaux genres cultivés, avec des renseignements complets sur leur culture et leur germination; fasc. 1. Paris, E. Orlhac; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem. Hommage de l'auteur.)

Administration des Domaines de l'État égyptien : *Rapport présenté à la Commission des Domaines*, par M. Audebeau Bey, Ingénieur en chef, *sur les expériences et observations effectuées en* 1910 *dans le teftiche de Santa.* (Eaux souterraines, évaporation, température du sol, observations météorologiques.) Le Caire, Imprimerie « Les Pyramides », 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. E. Roux.)

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 24 juillet 1911.)

Note de M. *E. Besson*, Sur la dissymétrie des ions positifs et négatifs relativement à la condensation de la vapeur d'eau :

Page 252, ligne 7, *au lieu de* à une distance de $2^{mm},5$, *lire* à une distance de $2^{cm},5$.

(Séance du 31 juillet 1911.)

Note de M. *Jules Welsch*, Sur un affaissement de l'Éocène inférieur au nord de Blaye, dans le pays de Cosnac (Charente-Inférieure) :

Page 368, ligne 1 du titre, *au lieu de* affaissement, *lire* affleurement.
Page 368, ligne 10 de la Note, *au lieu de* argilo-sableux, *lire* argilo-sableuse.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AOUT 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOMÉCANIQUE. — *Vibrations spontanées d'une barre à bouts fixes et imperméables à la chaleur, qui se met en équilibre thermique avec une atmosphère à température constante.* Note de M. J. **Boussinesq**.

I. Deux jeunes docteurs ès sciences mathématiques, MM. Roy et Annycke, viennent d'étudier en détail, dans leurs thèses de doctorat [1], les deux problèmes de mouvement vibratoire probablement les plus simples que comprenne le domaine abordé en 1835 par Duhamel, au Tome V du *Recueil des Savants étrangers de l'Académie des Sciences* (*Mémoire sur le calcul des actions moléculaires développées par les changements de température dans les corps solides*). Ce sont respectivement les deux questions : 1° du mouvement longitudinal pris spontanément par une barre de longueur l, s'étendant, de $x = 0$ à $x = l$, le long de l'axe des x, à bouts libres de toute pression sensible, mais en contact (par exemple) avec un liquide à la température zéro de l'atmosphère ambiante, quand cette barre, supposée portée initialement, sans vitesses visibles, à des températures données, se refroidit peu à peu, par rayonnement ou convection à travers sa surface latérale et par contact à ses extrémités; 2° du mouvement analogue pris par la même

---

(1) *Recherches sur les propriétés thermomécaniques des corps solides*, par M. Louis Roy (Gauthier-Villars, 1910). — *Contribution à l'étude thermomécanique des tiges et des plaques*, par M. Annycke (Gauthier-Villars, 1911).

barre, mais à bouts ($x = 0$, $x = l$) imperméables à la chaleur et fixés dans les situations respectives *de leur état naturel à la température zéro*, lorsque cette barre, après avoir été portée de même, sans vitesses visibles, à des températures données $\theta = f(x)$, se refroidit par rayonnement ou convection dans l'atmosphère ambiante. Tels sont les deux problèmes, traités, le premier par M. Roy, le second par M. Annycke, que je reprendrai ici pour en simplifier notablement les solutions, en montrant et utilisant d'intimes rapports que j'ai aperçus entre eux.

II. Désignons par ξ, à l'époque t, le petit déplacement, suivant les x, de la section matérielle σ de la barre dont l'abscisse d'état naturel, à la température zéro, était x; et soit, par suite, $\frac{d\xi}{dx}$ la dilatation linéaire des fibres longitudinales à travers σ, dilatation dont une partie, due à l'élévation θ de la température, est $D\theta$, si D désigne leur coefficient donné de dilatation thermique, et dont l'autre partie $\frac{d\xi}{dx} - D\theta$, seule *élastique*, égale le quotient de la tension qu'éprouve la barre à travers σ, par le produit $E\sigma$ de l'aire σ et du coefficient donné E d'élasticité des mêmes fibres, que nous supposons homogènes. Cette tension a donc pour formule $E\sigma\left(\frac{d\xi}{dx} - D\theta\right)$; et, si l'on appelle ρ la densité à l'état naturel, ou que $\rho\sigma dx$ exprime la masse d'un tronçon de barre et $\rho\sigma dx \frac{d^2\xi}{dt^2}$ sa force motrice, celle-ci égalera l'excédent

$$E\sigma\left(\frac{d^2\xi}{dx^2} - D\frac{d\theta}{dx}\right)dx,$$

de la tension exercée à travers la seconde base, d'abscisse primitive $x + dx$, sur celle qu'éprouve la première, d'abscisse primitive x. L'équation indéfinie du mouvement sera ainsi, sous la forme la plus simple, où a désigne la vitesse $\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ du son le long de la barre,

$$\frac{1}{a^2}\frac{d^2\xi}{dt^2} - \frac{d^2\xi}{dx^2} = -D\frac{d\theta}{dx}. \tag{1}$$

Quant à la température θ, dont la dérivée en x figure au second membre et qu'il faudra déterminer préalablement, l'équation indéfinie qui la régit est, à très peu près, celle de Fourier ou plutôt de Biot, bien connue, que

j'écrirai

(2) $$\frac{1}{a}\frac{d\theta}{dt}+b\,\theta=c\frac{d^2\theta}{dx^2},$$

b et c désignant deux certaines constantes positives données.

III. Formons d'abord les autres relations, et les solutions simples correspondantes, pour la seconde des questions posées, celle de M. Annycke. On y a, comme conditions relatives aux deux extrémités,

(3) $$(\text{pour } x=0 \text{ et } x=l)\qquad \frac{d\theta}{dx}=0,\qquad \xi=0.$$

Restent les conditions d'état initial, ou relatives à l'instant $t=0$, dont l'une, dès à présent évidente, consiste à y annuler les vitesses $\frac{d\xi}{dt}$.

Quant aux autres, M. Annycke admet des températures primitives, $\theta_0=f(x)$, produites, un peu antérieurement à l'instant $t=0$, avec une lenteur suffisante pour que la barre, à extrémités fixes, y soit en équilibre mécanique ou soumise à une tension constante d'un bout à l'autre; d'où il suit que la dilatation élastique $\frac{d\xi_0}{dx}-\mathrm{D}\theta_0$, ou $\frac{d}{dx}\left(\xi_0-\mathrm{D}\int_0^x\theta_0\,dx\right)$, s'y trouve indépendante de x. Donc la fonction $\xi_0-\mathrm{D}\int_0^x\theta_0\,dx$, nulle, d'après (3), pour $x=0$, y est proportionnelle à x; et, encore d'après (3), elle égale $-\mathrm{D}\int_0^l\theta_0\,dx$ pour $x=l$. En résumé, on aura

(4) $$(\text{pour } t=0)\qquad \theta=\theta_0=f(x),\qquad \xi=\mathrm{D}\left(\int_0^x\theta_0\,dx-\frac{x}{l}\int_0^l\theta_0\,dx\right).$$

Ces dernières formules, seules équations du problème où figurent des termes ne contenant pas θ, ξ ou leurs dérivées, montrent que, si l'on décompose la fonction $\theta_0=f(x)$ en plusieurs parties, les expressions totales de θ et de ξ en x et en t seront les sommes pures et simples des expressions partielles qu'on aurait eues en réduisant successivement θ_0 à chacune de ces parties.

Déduisons d'abord de là que le problème se dédoublera en deux, correspondant : l'un, au cas où $f(x)$ se réduirait à la moyenne de ses valeurs effectives d'un bout à l'autre; le second, au cas où $f(x)$ serait partout l'excédent, sur cette moyenne, des valeurs données et deviendrait ainsi une fonction à valeur moyenne nulle.

Le premier cas est celui d'un échauffement initial θ_0 uniforme, où l'équation (2), complétée par les premières (3), conduit à prendre simplement $\theta = \theta_0 e^{-\beta a t}$. Or, alors, les équations en ξ donnent $\xi = 0$, avec une tension de la barre, $-E\sigma D\theta$, uniforme aussi et graduellement évanouissante. Ainsi, le phénomène consiste en un simple refroidissement commun de la barre, avec décompression graduelle, sans aucun des mouvements longitudinaux qu'on se proposait d'étudier.

IV. Il y a donc lieu de se borner au second cas, celui où la fonction θ_0, c'est-à-dire $f(x)$, est de valeur moyenne nulle. Et l'on a alors, comme conditions d'état initial,

$$(5) \quad (\text{pour } t = 0) \quad \theta = \theta_0 = f(x), \quad \frac{d\xi}{dt} = 0, \quad \xi = D\int_0^x \theta_0\, dx, \quad \text{avec} \quad \int_0^l \theta_0\, dx = 0.$$

Formons des solutions simples où θ soit le produit CTX d'une constante arbitraire C par une fonction, T, de t seul et une fonction, X, de l'abscisse x seule. La substitution de TX, dans l'équation (2) divisée par θ, montre que les deux quotients de T′ par T et de X″ par X doivent se réduire à deux constantes, $-\beta a$ et $-\alpha^2$ respectivement, reliées entre elles par la formule

$$(6) \qquad \beta = b + c\alpha^2.$$

L'on a donc $T' = -\beta a T$, $X'' = -\alpha^2 X$ (d'où aussi $T'' = -\beta a T' = \beta^2 a^2 T$, $X''' = -\alpha^2 X'$); et l'on pourra prendre (à des facteurs constants près), vu d'ailleurs les premières conditions (3),

$$(7) \qquad \begin{cases} T = e^{-\beta a t}, \qquad X = \cos\alpha x, \qquad \alpha = \dfrac{i\pi}{l} \\ (i \text{ étant l'un quelconque des entiers } 1, 2, 3, \ldots). \end{cases}$$

Il résulte immédiatement de là, pour correspondre à $\theta = CTX$, une forme de ξ, kTX', proportionnelle à TX′ et vérifiant toutes les conditions, sauf les deux avant-dernières (5) d'état initial, c'est-à-dire vérifiant l'équation (1) et les conditions $\xi = 0$ relatives aux deux bouts $x = 0$, $x = l$: il suffira de faire k égal au quotient de $-DC$ par la somme $\alpha^2 + \beta^2$. Enfin, l'on satisfera aux deux avant-dernières conditions (5) d'état initial, en ajoutant à cette solution particulière la solution générale de (1) *sans second membre*, spécifiée de manière à ne contenir x que par le facteur X′ (en raison des conditions $\xi = 0$ aux deux bouts $x = 0$ et $x = l$). Il vient ainsi, avec

deux constantes arbitraires A et B,

$$\xi = -\frac{D}{\alpha^2+\beta^2} CX'(e^{-\beta at} + A\cos\alpha at + B\sin\alpha at). \tag{8}$$

L'annulation, pour $t=0$, de la dérivée première de ξ en t, conduit à prendre B égal au rapport $\frac{\beta}{\alpha}$. Après quoi, θ_0 étant ici $CX = -\frac{CX''}{\alpha^2}$, l'avant-dernière condition (5) devient, après division par $-DC$,

$$\frac{X'(1+A)}{\alpha^2+\beta^2} = \frac{1}{\alpha^2}\int_0^x X''\,dx = \frac{X'}{\alpha^2}, \qquad \text{ou} \qquad \frac{1+A}{\alpha^2+\beta^2} = \frac{1}{\alpha^2} = \frac{A}{\beta^2} \qquad \text{et} \qquad A = \frac{\beta^2}{\alpha^2}.$$

Si donc on désigne par ϖ la fonction du temps t seul exprimée par la parenthèse de (8), qui est maintenant

$$\varpi = e^{-\beta at} + \frac{\beta}{\alpha}\sin\alpha at + \frac{\beta^2}{\alpha^2}\cos\alpha at = e^{-\beta at} + \frac{\beta\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\alpha^2}\sin\left(\alpha at + \operatorname{arc\,tang}\frac{\beta}{\alpha}\right), \tag{9}$$

la solution simple du problème de M. Annycke sera

$$\theta = CXT, \qquad \xi = -D\frac{CX'\varpi}{\alpha^2+\beta^2}, \tag{10}$$

où $\alpha, \beta, X, T, \varpi$ auront les formes (7), (6) et (9).

V. Appelons Σ une somme de termes analogues, avec tout autant de coefficients C distincts, où i recevra successivement les diverses valeurs entières 1, 2, 3, ...; et la solution générale sera celle de M. Annycke

$$\theta = \Sigma C\, e^{-\beta at}\cos\alpha x, \qquad \xi = D\sum\frac{C\alpha\sin\alpha x}{\alpha^2+\beta^2}\varpi, \tag{11}$$

à la condition de développer préalablement la fonction donnée $\theta_0 = f(x)$, de valeur moyenne nulle, en une série $\Sigma\, C\cos\alpha x$ de termes proportionnels aux cosinus des multiples d'un même arc, par la formule trigonométrique usuelle d'Euler.

M. Annycke se donne, par exemple, θ_0 linéaire en x, ou proportionnel à la distance au milieu de la barre ; ce qui suppose celle-ci chauffée sur une de ses moitiés et symétriquement refroidie sur l'autre. Il trouve ainsi

$$\left[\text{pour } \theta_0 = m\left(x - \frac{l}{2}\right)\right], \quad C = -\frac{2m}{l}\,\frac{1-\cos i\pi}{\alpha^2} = \begin{cases} \text{zéro (pour } i \text{ pair)}, \\ -\frac{4m}{l}\,\frac{1}{\alpha^2} \text{(pour } i \text{ impair)}; \end{cases} \tag{12}$$

et, par suite, en bornant les séries aux termes où α, β, ϖ correspondent à des *valeurs impaires de i*,

$$(13)\quad \begin{cases} \theta = -\dfrac{4m}{l}\sum e^{-\beta a t}\dfrac{\cos\alpha x}{\alpha^2}, \\ \xi = -\dfrac{4m}{l}\mathrm{D}\sum\dfrac{\sin\alpha x}{\alpha^2+\beta^2}\left[\dfrac{e^{-\beta a t}}{\alpha}+\dfrac{\beta\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\alpha^3}\sin\left(\alpha a t+\operatorname{arc\,tang}\dfrac{\beta}{\alpha}\right)\right]. \end{cases}$$

GÉOLOGIE. — *Les explorations géologiques de M. Perrier de la Bathie à Madagascar.* Note de M. **H. Douvillé.**

Le Haut-Pays, constitué par les terrains cristallins, est bordé au Nord et à l'Ouest par une large bande de terrains secondaires, régulièrement stratifiés et plongeant vers le Nord et l'Ouest. M. Perrier de la Bathie vient d'explorer les couches les plus anciennes de cette bordure, constituées par des schistes et des grès; il en a relevé toute une série de coupes qui vont être publiées dans le *Bulletin économique de Madagascar*, et qu'il a bien voulu nous communiquer; en outre, il a envoyé à l'École des Mines les fossiles qu'il a recueillis. Les empreintes végétales viennent d'être étudiées par M. Zeiller ([1]); j'ai examiné moi-même les fossiles animaux.

A la base, on observe dans le Sud les grès à Reptiles avec débris charbonneux, découverts par Colcanap et étudiés par M. Boule; ils sont surmontés par des grès psammites qui ont fourni les empreintes végétales dont je viens de parler et dont l'âge triasique a été nettement établi; l'épaisseur de l'ensemble de ces couches inférieures ne dépasse pas 240^{m}. Le seul fossile recueilli dans les psammites (près d'Ankavandra) est l'*Estheria minuta*, dont la présence confirme bien l'attribution de ces couches au Trias.

Au-dessus se développe une puissante formation de grès plus ou moins grossiers, de couleurs vives, et dépourvus de fossiles; ils atteignent souvent plus de 1000^{m} d'épaisseur (grès de l'Isalo).

Les mêmes grès se retrouvent dans le Nord avec une épaisseur analogue (chaîne d'Andavakoera); ils sont souvent associés à des poudingues. Ils reposent sur des alternances de grès fissiles et de schistes argileux à *Sep-*

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, 24 juillet 1911, p. 230.

taria; ces derniers renferment assez souvent des Poissons et des Ammonites caractéristiques du Trias inférieur (1). M. Perrier de la Bathie a recueilli, en outre, sur le prolongement de ces couches, vers l'Ouest, *Eopecten comtus*, fossile également triasique. On voit que les couches à Ammonites occupent exactement la même position que les couches à plantes étudiées par M. Zeiller.

Au-dessus des grès grossiers reparaissent les dépôts marins fossilifères; ils sont représentés dans la région de Nossi-Bé par des schistes noirs avec empreintes végétales et Ammonites du Lias supérieur (2), recouverts eux-mêmes par des calcaires.

M. Perrier de la Bathie divise ces dépôts marins en trois régions : 1° celle du Nord, comprenant la pointe de l'île et la région de Nossi-Bé, dans lequel il a relevé les coupes XIX à XIII; cette partie avait déjà été étudiée par M. Lemoine; 2° celle du Nord-Ouest (coupes XII à IX); 3° celle du Sud (coupes VIII à I), ces deux dernières étant séparées par l'apophyse triasique et cristalline qui s'étend du Massif Central au cap Saint-André. Les fossiles communiqués par M. Perrier de la Bathie ont été recueillis dans ces deux dernières régions.

Région du Nord-Ouest. — Elle constitue un golfe régulier ouvert au Nord, dont Majunga occuperait le centre. Dans la partie sud, les grès grossiers et de couleurs vives forment une masse homogène où il n'est pas possible d'établir de subdivisions; à leur base, les schistes argileux paraissent manquer et les grès fissiles ne forment que de rares amas lenticulaires; l'épaisseur de tout le système ne semble pas dépasser 500^m. Ils sont surmontés par des schistes argileux, puis par des calcaires qui forment les plateaux d'Ankara et d'Ikahavo; la falaise qui les termine au Sud, près d'Ankilahila et de Beronono, a fourni un grand nombre de fossiles aux divers explorateurs (Gauthier, Colcanap, Mouneyres et Baron); ils ont été spécialement étudiés par M. Thévenin (3). La coupe X, relevée par M. Perrier de la Bathie et complétée par les coupes voisines, présente la composition suivante de bas en haut :

Schistes argileux noirs, prolongement de ceux de Nossi-Bé, avec

(1) H. Douvillé, *Sur la découverte du Trias marin à Madagascar* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 4e série, t. X, p. 125).

(2) H. Douvillé et R. Zeiller, *Comptes rendus*, 5 juin 1900.

(3) *Annales de Paléontologie*, t. III, fasc. 3, 1908.

Pecten ambongoensis, *Ceromya* cf. *Terquemi*, *Protocardium;* leur partie supérieure est par places comme pétrie d'une petite *Liogryphea*, précurseur de *L. sublobata;* ép. : 70^{m}.

Alternances de schistes argileux noirâtres et de calcaires blancs; ép. : 20^{m}.

Ces dernières couches sont très fossilifères. M. Perrier de la Bathie y a recueilli une Ammonite nouvelle et de nombreux Lamellibranches. Le fossile le plus caractéristique est une petite huître dont les deux valves sont plissées comme *Lopha costata* et dont les plis sont nettement dichotomes; M. Thévenin en a figuré une variété (*loc. cit.*, *Pl. IV*, *fig.* 10) comme *O. subserrata* Goldf.; mais ce dernier nom paraît se rapporter en réalité à une Plicatule; les échantillons les plus typiques ont des côtes beaucoup plus fines. Avec ce fossile, on peut citer *Trigonia costata*, *Corbula*, *Gervillia*, *Lima*, *Cypricardia*, *Ceromya*, *Pholadomya reticulata*, *Astarte astartoides* Thev. (qui a bien une charnière d'Astarte et non de Cythérée). Cette même couche sur les pentes de l'Ikavo a fourni en outre *Liogryphea sublobata* (petite forme), *Lima Colcanapi*, *Pholadomya* cf. *glabra*, *Modiola*, *Arca* et une lumachelle de *Rhynchonella Moorei*. Quelques-uns de ces fossiles sont silicifiés, ce qui nous conduit à rapprocher ce niveau de celui qui, dans le voisinage, a fourni à MM. Mouneyres et Baron, avec *Trigonia costata* et *Lopha* cf. *costata*, *Sonninia decora*, caractéristique du Bajocien.

Au-dessus on n'observe plus que des calcaires blanchâtres qui représentent le Bathonien; M. Perrier de la Bathie y a recueilli *Natica*, *Protocardium* cf. *striatulum*, *Pholadomya ovulum*, *Ceromya*, etc.

Région du Sud. — Les couches sont ici beaucoup moins fossilifères : la coupe VIII montre à la base les grès grossiers reposant directement sur les terrains cristallins et surmontés par 40^{m} de calcaires gréseux jaunâtres sans fossiles. Au-dessus on voit affleurer des calcaires dolomitiques et vacuolaires à grosses oolithes, présentant de nombreuses empreintes de Nérinées et de Bivalves avec *Trigonia costata*. Ces deux niveaux représentent probablement le Bajocien et le Bathonien.

La coupe VII complète celle que j'ai déjà donnée de la coupure du Manambolo : les grès violacés ou blancs sont toujours bien développés, mais au-dessous apparaît le niveau schisteux inférieur qui va se développer vers le Sud. Au-dessus affleurent des calcaires un peu argileux avec *Ceromya* cf. *Terquemi*, *Natica Pelops*, *Liogryphea*, surmontés eux-mêmes par les calcaires blancs supérieurs.

Les coupes VI et V comprennent entre elles celle du Morondava précédemment relevée par M. Villiaume ([1]), au-dessous des grès grossiers, affleurent les grès psammites à empreintes végétales, pétris par places de petites coquilles rappelant les Posidonies, surmontant eux-mêmes des schistes argileux, prolongement des schistes à Reptiles de Colcanap. Les calcaires supérieurs débutent par des couches à Bivalves, plus ou moins argileuses qui représentent probablement le Bajocien, et qui sont surmontées par les calcaires blanchâtres du Bathonien; ceux-ci sont caverneux et renferment *Nerinea bathonica*, *Trigonia costata* et des *Alvéolines*.

Plus au Sud dans le bassin de l'Onilahy, les coupes de M. Perrier de la Bathie présentent un intérêt particulier, puisque c'est dans cette région que les affleurements charbonneux ont été signalés. L'ensemble des grès psammites à flore triasique et des schistes à Reptiles ne dépasse pas 240^m, comme il a été dit plus haut; la base des sédiments et leur contact avec les terrains cristallins sont souvent marqués par un conglomérat.

Le terrain est très dénudé et coupé de nombreux ravins, de sorte que ce contact est visible en un grand nombre de points; les couches de houille observées jusqu'à présent sont minces et très schisteuses; elles paraissent très localisées et sans continuité.

Ces observations de M. Perrier de la Bathie sont, comme on le voit, peu encourageantes; il se pourrait toutefois que ces couches augmentent d'importance en s'enfonçant vers l'Ouest. Mais leur recherche, sous des épaisseurs rapidement croissantes des grès bigarrés supérieurs (grès de l'Isalo), rencontrerait sans doute de grandes difficultés.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur les mutations gemmaires culturales du* Solanum Maglia *et sur les premiers résultats culturaux de ces mutations.* Note de M. **Édouard Heckel.**

Dans de précédentes Communications (septembre 1910), j'ai fait connaître à l'Académie le fait acquis de la mutation gemmaire de l'espèce sauvage *Solanum Maglia* par la technique spéciale dont j'ai donné les détails (superfumure, au moyen des engrais de ferme provenant d'*ovidés*, de *gallinacées*,

([1]) H. Douvillé, *Sur une coupe de Madagascar, dressée par M. Villiaume* (*Bull. Soc. géol. de Fr.*, 3e série, t. XXVII, 1899, p. 385).

de *bovidés* et d'*équidés* mélangés en proportion égale et mêlés au terreau en forte proportion, avec adjonction d'engrais chimiques, surtout de phosphates). J'ai obtenu aussi l'an dernier de mes essais expérimentaux qui ont duré trois ans, environ $5^{kg},500$ de tubercules mutés de toute couleur; *violet rouge* (couleur dominante dans le tubercule sauvage), *jaune clair*, *jaune sale*, *blanc*, *rosé* et même panaché de jaune, de violet et de blanc.

Ces tubercules ont été semés cette année fin avril 1911 [1], et le 8 août la récolte était faite dans des conditions qui méritent d'être signalées de nouveau à l'Académie en faisant passer sous ses yeux les résultats de cette récolte intéressante à divers égards.

Les plantes toutes bien venues provenaient de tubercules entiers (non sectionnés) : exemptes de toute maladie cryptogamique elles ont donné des tubercules sains, mûrs à la date ci-dessus indiquée, c'est-à-dire précoces, et atteignant le poids de 350^g à 380^g, chaque pied portant une moyenne de 2^{kg} de ces tubercules. Mais le fait dominant en dehors de ceux que je vais faire connaître touchant les feuilles et les fleurs, se trouve dans le coloris et la forme de ces premiers tubercules. Ils sont uniformément rouge-violet quelle que soit leur provenance. Issus de tubercules rouges, roses, jaunes, panachés même provenant de la première mutation obtenue au Jardin botanique de la ville (et en pots à cause des courtilières), ils n'ont donné que des tubercules très développés, à forme cylindrique plate et surajoutés d'autres tubercules mamelonnés, le tout avec des yeux très saillants et très développés, tandis que la trace de l'écaille s'efface. Il est à remarquer que la première obtention au Jardin botanique s'est faite dans une terre plus compacte (argilo-calcaire aussi) que celle de la propriété « Les Balustres » qui est plus meuble, plus légère. Les deux sols sont différents.

Je ne crois pas inutile d'ajouter que les rares traces de courts stolons qui, l'an dernier, portaient encore les tubercules mutés à leurs extrémités ont entièrement disparu cette année : ces tubercules sont tous ramassés sans support visible au pied des tiges : les foliolules interposées aux lobes de la feuille se sont multipliées et ont grandi. Mais aucun plant n'avait de

---

(1) Ce premier essai cultural a été fait dans la banlieue de Marseille, très loin du Jardin botanique où avaient été obtenues les mutations, et dans une propriété « Les Balustres » appartenant à M. Bellon, secrétaire de la Société d'Horticulture et de Botanique des Bouches-du-Rhône. Les soins éclairés dont ces essais culturaux ont été entourés de la part de M. Bellon, donnent toute garantie aux résultats obtenus dont j'ai suivi bien entendu régulièrement l'évolution semaine par semaine. Je tiens à remercier publiquement M. Bellon.

tubercules aériens(1). La couleur de la corolle est mauve ou violacée (au lieu de blanche dans les espèces sauvages) comme dans *Sol. tuberosum* des grandes cultures actuelles et dans *Sol. Commersoni* muté. Du reste, il est bien difficile de distinguer les *Sol. Commersoni* mutés de Labergerie et de Planchon (de Montpellier), des *S. Maglia* mutés que j'ai obtenus. Tout au plus pourrait-on le faire par la couleur des étamines (anthères) qui, jaune clair dans *Commersoni*, paraît garder dans la mutation cette couleur, tandis qu'elle est jaune d'or dans l'espèce *Maglia* et paraît y conserver aussi cette couleur dans la mutation. J'ai constaté également que dans les deux mutations, le stigmate est peu saillant au-dessus des étamines (comme l'a découvert M. Bellon), parce que dans son parcours à travers le tube staminal le style se coude en formant une bosselure qui le raccourcit. J'insiste sur ce caractère de mutation à raison de l'importance qu'y a attachée le professeur Witmack (de Berlin) dans ses divers écrits contre les mutations qu'il n'a pas pu obtenir. Ce caractère se retrouve dans *S. Commersoni* muté. Dans les espèces sauvages, le style droit porte un stigmate saillant au-dessus des étamines. Aucune de ces fleurs n'a noué pour donner des fruits : même condition que dans *Commersoni* muté.

J'ai appelé l'attention sur ce fait que la récolte de tubercules a été uniformément concolore avec celle que M. Labergerie obtint pour la première fois de la mutation du *Solanum Commersoni* et qu'il appela *variété violette*, je dois ajouter que mes tubercules de *Maglia* mutés ont aussi la même forme que ceux de la variété violette *Commersoni*. Certains agriculteurs ont voulu confondre cette variété violette du *Commersoni* avec la géante bleue qui a comme père putatif, ainsi que toutes nos variétés culturales, le *Solanum tuberosum*. On pourrait, de la même façon et avec le même esprit, dire que la variété violette de *Maglia* obtenue par moi cette année est la géante bleue. En réalité, la géante bleue est au *Solanum tuberosum*, ce qu'est la violette Labergerie au *Solanum Commersoni* et ma violette au *S. Maglia*. Il résulte donc de cette observation que le premier résultat cultural des mutations se traduit par la formation d'une *variété violette;* toutefois les tubercules obtenus l'an dernier par M. Planchon étaient légèrement gris, mais de la forme géante bleue et violette de Labergerie. Il y a donc de fortes probabilités, en tenant compte des résultats culturaux obtenus par cette dernière

(1) Le lobe médian de la feuille, si marqué par son développement dans le type pur de *Sol. Maglia*, ne se distingue plus de ceux de *S. tuberosum* ou *S. Commersoni* mutés.

variété, que ma violette *Maglia* donnera ultérieurement des variétés de toutes les couleurs et de toutes les formes connues aux pommes de terre ordinaires. Mais ce qu'il y a de certain c'est que ces plants mutés résistent mieux aux maladies cryptogamiques, et c'est un point important à enregistrer à un moment où la pomme de terre, vieille de 5 siècles de culture par bouture, faiblit sous l'invasion de parasites nombreux qui obligent l'agriculteur à des traitements ruineux. Pour y remédier, il faudrait rajeunir la pomme de terre et par les mutations gemmaires et par les semis de graines.

La mission que vient de remplir à ses frais M. le professeur Verne (de l'Université de Grenoble) pour aller sur mes indications jusqu'aux plus hauts sommets des Andes de l'Amérique du Sud (Uruguay, Argentine, Chili, Pérou, Bolivie) recueillir les espèces sauvages tubérifères et leurs tubercules en quantité suffisante pour de grands essais de mutation permettra sans doute ce rajeunissement désirable à tous égards. Il sera rendu facile par ce fait que les espèces sauvages mises en condition de mutation par leurs tubercules, fructifient durant les premières années et donnent des graines fertiles. Nous nous proposons M. Verne et moi d'essayer ce rajeunissement en y appliquant ma technique fort simple qui consiste à employer la superfumure par mélange des engrais de ferme de diverses provenances (équidés, bovidés, ovidés et gallinacées).

En terminant, je ne puis m'empêcher de faire remarquer combien ces faits que la mutation gemmaire a pour résultat de faire confondre morphologiquement entre elles des espèces très dissemblables, donne raison aux idées d'Alphonse de Candolle touchant les affinités qui unissent les divers *Solanum* tubérifères, qu'il considérait comme aussi intimes que celles qui unissent nos diverses espèces de *Rubus*. Ce fait donne aussi confirmation aux doutes que j'ai exprimés, en me basant sur des considérations historiques [*Des origines de la pomme de terre cultivée* (*Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, 1907)], touchant l'unité d'origine de la pomme de terre qu'on attribue uniquement au *S. tuberosum* L. du Pérou.

BACTÉRIOLOGIE. — *Sur la fonction antigène des tuberculines.* Note de MM. A. Calmette et L. Massol.

On pense généralement que l'organisme tuberculeux se défend contre l'infection bacillaire par la formation d'*anticorps* ou sensibilisatrices aptes à se *fixer* sur la tuberculine et à rendre celle-ci inoffensive.

Cette hypothèse est infirmée par ce fait énoncé par nous (¹), que les sérums riches en anticorps, mélangés avec la tuberculine jusqu'à sursaturation apparente, c'est-à-dire jusqu'à ce que la présence de tuberculine dans le mélange ne puisse plus être révélée par la réaction de fixation de Bordet-Gengou, laissent intactes les propriétés toxiques de la tuberculine pour les animaux tuberculeux.

Dans nos expériences, pour lesquelles nous avons utilisé soit du sérum de cheval préparé par Vallée (d'Alfort), soit divers sérums provenant de nos bovidés hypervaccinés, alors que $0^{cm^3},025$ de tuberculine de Koch fixent la totalité des anticorps contenus dans $0^{cm^3},01$ de sérum par exemple, les mélanges de $0^{cm^3},2$ de tuberculine (dose mortelle pour nos cobayes tuberculeux) avec 20^{cm^3} de sérum sont aussi toxiques pour ces cobayes que les mélanges de $0^{cm^3},2$ de tuberculine avec 20^{cm^3} de sérum normal.

Les anticorps ou sensibilisatrices que renferment les sérums d'animaux vaccinés et dont la réaction de Bordet-Gengou permet de déceler la présence en quantité souvent considérable dans le sérum des sujets tuberculeux les plus gravement atteints, ne modifient donc pas par mélange *in vitro* la toxicité de la tuberculine pour les animaux tuberculeux.

Si l'interprétation du rôle neutralisant des anticorps vis-à-vis de la tuberculine ne paraît pas fondée, leur présence dans le sérum en quantité variable suivant les étapes de l'infection tuberculeuse n'en est pas moins intéressante à rechercher et, pour mieux nous renseigner sur leurs fonctions, il importe de préciser les conditions de leur obtention et les méthodes qui permettent d'en effectuer le titrage au cours du traitement de la tuberculose par les diverses tuberculines par exemple.

Nous avons signalé précédemment l'existence, dans certains sérums de sujets tuberculeux et d'animaux hypervaccinés, d'une substance susceptible de se fixer sur la tuberculine de Koch et sur les bacilles tuberculeux avec plus d'avidité que les anticorps que renferment ces mêmes sérums (²). Cette substance masque la réaction de Bordet-Gengou jusqu'à ce que son avidité pour la tuberculine ou pour le bacille soit saturée. Nous l'avons appelée *inhibitrice*. Elle est particulièrement abondante dans certains sérums d'animaux hypervaccinés et dans le sang des tuberculeux en bon état de santé, bien défendus. Il est donc important de la rechercher.

Or nous avons constaté que toutes les tuberculines ne permettaient pas

(¹) *Comptes rendus*, 25 juillet 1910.

(²) *Comptes rendus Soc. de Biologie*, 5 février 1910 et 22 juillet 1911.

cette recherche, non plus que celle des anticorps, et qu'elles possédaient une avidité très variable pour ces derniers.

C'est ainsi que la tuberculine brute (ancienne de Koch) et les bacilles tuberculeux desséchés fixent le mieux, d'abord la substance qui masque la réaction de Bordet-Gengou avec les anticorps, puis ces anticorps eux-mêmes. Avec les sérums qui ne renferment que des anticorps, on peut déceler, au moyen de la réaction Bordet-Gengou, $0^{cm^3},01$ de tuberculine brute. Avec les sérums qui renferment à la fois l'inhibitrice et des anticorps, on peut déceler, dans les mêmes conditions, $0^{cm^3},025$ à $0^{cm^3},03$ de la même tuberculine brute.

Dans l'ordre d'avidité des tuberculines pour les anticorps, il y a lieu de classer au premier rang les bacilles entiers, puis la tuberculine brute (ancienne de Koch), puis les extraits bacillaires aqueux. Les tuberculines *purifiées* par précipitation à l'alcool, bien que très toxiques pour les sujets tuberculeux, et celles obtenues par simple évaporation des cultures après séparation des bacilles, ne possèdent souvent aucun pouvoir de fixation, ni vis-à-vis de l'inhibitrice, ni vis-à-vis des anticorps. Si ces dernières substances jouent un rôle actif dans la défense de l'organisme contre la tuberculose, les tuberculines précipitées par l'alcool constituent donc de mauvais *antigènes*, et il apparaît manifeste que la valeur antigène d'une tuberculine est indépendante de sa valeur toxique ou révélatrice de l'infection tuberculeuse.

En serrant de plus près la question, nous avons pu constater que, parmi les substances qui entrent dans la composition de la tuberculine ancienne de Koch, la peptone *seule* permet l'extraction de la substance active des bacilles. C'est ainsi qu'on obtient la tuberculine la plus apte à fixer à la fois l'inhibitrice et les anticorps des sérums, en laissant macérer pendant 48 heures, au bain-marie à 65°, 5^g de bacilles secs, par exemple, dans 100^{cm^3} d'une solution de peptone de Witte à 10 pour 100 dans l'eau distillée et en filtrant ensuite.

Ce procédé simple permet de préparer la tuberculine dont la fonction *antigène* est le mieux marquée, et qu'il nous paraît le plus recommandable d'utiliser, tant pour la mise en évidence de l'inhibitrice, lorsqu'il en existe, que pour le titrage exact des anticorps dans le sérum des sujets tuberculeux.

CORRESPONDANCE.

M. le général **Laurent** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument érigé en l'honneur de M. le colonel *Laussedat*, qui aura lieu le 15 octobre 1911, à Moulins.

M. **J. Carpentier** est désigné pour représenter l'Académie à cette cérémonie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Cinquanta anni di Storia italiana.* Pubblicazione fatta sotto gli auspicii del Governo per cura della R. Accademia dei Lincei.

2° *Rock minerals*, par M. Joseph-P. Iddings.

MM. **A. Liénard**, **Paul Janet** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Observation d'une étoile filante double.* (Extrait d'une lettre de M. l'abbé **Verschaffel** à M. G. Darboux.)

Dans la nuit du 21 au 22 juillet, étant couché en face d'une fenêtre, j'ai vu, à 3^h17^m du matin, une superbe étoile filante double allant assez lentement de l'Ouest à l'Est. Les coordonnées du lieu d'apparition étaient Æ $= 22^h$; D $= -33°$. La plus grande des deux composantes avait huit à dix fois l'éclat de Vénus; elle précédait l'autre dont l'éclat égalait celui de cette planète; la distance des deux composantes était environ de 4 degrés; les deux étaient blanches : la plus belle seule laissa une très petite traînée derrière elle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'*Analysis situs *du plan.* Note de M. **Arnaud Denjoy**, transmise par M. P. Appell.

Il est intéressant de se demander à quelles propriétés spéciales le plan doit les lois essentielles de son *Analysis situs*, en particulier celles qui

n'appartiennent ni au tore, ni à la surface à un seul côté. Il me paraît que ces propriétés sont, d'une part, la *biconnexité*, définie ci-dessous, d'autre part l'existence d'un sens positif, déterminé et variant continûment, sur la normale en chaque point. Nous désignerons la seconde sous le nom de propriété B. C'est sur ces deux propriétés que doivent se fonder, explicitement ou implicitement, les raisonnements relatifs aux théorèmes ci-dessous énoncés. Sinon ces raisonnements peuvent être appliqués mot pour mot au tore et à la surface à un côté. Conduisant alors à des résultats inexacts, ils doivent être considérés comme non probants dans le cas du plan.

L'uniconnexité, la biconnexité se définissent soit pour les ensembles fermés, soit pour les ensembles complémentaires des ensembles fermés.

Je dis qu'un ensemble fermé est *uniconnexe* si, ε étant un nombre positif arbitraire, deux quelconques de ses points A et B peuvent être joints par une chaîne d'un nombre fini de points appartenant à l'ensemble, le premier étant A, le dernier B, la distance de deux points consécutifs étant inférieure à ε.

Un ensemble complémentaire d'un ensemble fermé est uniconnexe si deux quelconques de ses points peuvent être joints par une chaîne de cercles (si l'ensemble est plan) appartenant à l'ensemble, de rayons inférieurs à ε, le premier ayant pour centre A, le dernier B et chacun contenant le centre du suivant. (Si l'ensemble est envisagé dans l'espace à $n \geqq 3$ dimensions, les cercles doivent être remplacés par des sphères.) *Uniconnexe* et *d'un seul tenant* sont synonymes. Les deux sortes d'ensembles uniconnexes sont les continus de Cantor et les continua.

Je dis qu'un ensemble fermé (dans un espace à un nombre quelconque de dimensions) est *biconnexe* s'il est d'abord uniconnexe et si, de plus, A, B, C, D étant quatre quelconques de ses points (AB), (BC), (CD), (DA), quatre continus arbitraires appartenant à l'ensemble et joignant A à B, B à C, etc., il est possible de choisir dans l'ensemble donné un nombre fini de points $M_{i,p}$ ($i = 0, 1, 2, \ldots, n$; $p = 0, 1, \ldots, m$) tels que : 1° $M_{0,0}$ soit en A, $M_{0,n}$ en B, $M_{m,n}$ en C, $M_{m,0}$ en D; $M_{0,p}$ sur (AB), $M_{i,n}$ sur (BC), $M_{m,p}$ sur (CD), $M_{i,0}$ sur (DA); 2° les distances $M_{i,p}M_{i,p+1}$ et $M_{i,p}M_{i+1,p}$ soient inférieures à ε.

On définit de même la biconnexité d'un continuum. Chaque point $M_{i,p}$ est alors centre d'un cercle (ou d'une sphère suivant les cas) de rayon ε et contenant $M_{i,p+1}$, $M_{i+1,p}$.

Le théorème fondamental de l'*Analysis situs* plane est le suivant : *Si les frontières* F *et* F′ *de deux continua distincts* C *et* C′ *ont en commun deux*

points A *et* B, *chacun des ensembles formés* F *et* F′ *est uniconnexe entre* A *et* B (voir *Comptes rendus*, 11 juillet 1910).

Ce théorème est valable, par une extension naturelle de la définition du continuum à un ensemble fermé uniconnexe quelconque E, *si la base des continuums* C *et* C′ *est un ensemble* E *biconnexe* (en particulier pour les espaces euclidiens à un nombre quelconque de dimensions). Il n'est pas vrai sur le tore. Il serait intéressant de rechercher si la biconnexité de l'ensemble E est la condition nécessaire et suffisante d'exactitude du théorème. La surface à un côté (habituelle) étant biconnexe, admet le théorème fondamental. L'une des conséquences du théorème fondamental est que, si deux continua appartenant à un ensemble biconnexe admettent la même frontière, celle-ci est d'un seul tenant.

Considérons un quadrillage du plan, du tore, de la surface à un côté, et un domaine (continuum augmenté de sa frontière) formé de carrés appartenant au quadrillage. Si deux carrés opposés par un sommet A appartiennent à un domaine D, les deux autres carrés possédant A pour sommet n'appartenant pas à D, nous appelons A sommet double de la frontière F de D et nous considérons A comme la réunion de deux sommets *précisés* A′ et A″, constitués par des quadrants déterminés par D sur une circonférence infiniment petite ayant pour centre A. A′ et A″ sont dits *conjugués*.

On montre aisément que tout sommet (précisé s'il le faut) de F appartient à un cycle de sommets et à un seul, le résultat subsistant pour toute surface où l'on peut définir un quadrillage. Deux points du cycle déterminent deux *arcs* dans le cycle. Le théorème fondamental permet d'établir les résultats suivants, tous inexacts pour le tore, mais exacts pour la surface à un côté :

1° *Si un cycle contient un sommet précisé* A′, *il contient son conjugué* A″;

2° *Si les sommets conjugués* B′ *et* B″ *appartiennent au même cycle que* A′ *et* A″, B′ *et* B″ *sont sur le même arc d'extrémités* A′ *et* A″;

3° *Les deux arcs aboutissant en* A′ *et* A″ *n'ont géométriquement de point commun que le sommet double* A;

4° *Si un domaine* D *a pour complémentaire un continuum, sa frontière* F *n'a pas de sommet double.* (Si D est déduit d'un quadrillage du tore, F peut avoir deux points doubles et sans doute deux au plus.)

Nous dirons qu'un ensemble fermé est *uniformément uniconnexe* en M, si la chaîne de pas inférieur à ε joignant A et B peut être choisie telle que

la distance de deux quelconques de ses points tende vers zéro quand AM, BM et ε tendent vers zéro indépendamment les uns des autres.

Un continuum est dit *uniformément uniconnexe en un point* M *de sa frontière*, si le diamètre de la chaîne de cercles joignant deux points A et B de ce continuum tend vers zéro quand AB, BM, ε tendent vers zéro.

Un ensemble fermé ou un continuum sont dits *uniformément uniconnexes* s'ils le sont en chacun de leurs points ou de leurs points frontières.

Un continuum plan uniformément uniconnexe a pour frontière une courbe de Jordan.

En effet, en considérant un polygone P_n composé de carrés de côtés $\frac{1}{2^n}$ approchant la frontière du continuum et parcouru dans le sens direct, on constate que trois points M_n, N_n, Q_n du polygone P_n tendant vers trois points fixes quelconques M, N, Q de F sont rencontrés dans un ordre invariable sur P_n à partir d'une valeur assez grande de n.

Ceci a même lieu dès que le continuum est uniformément uniconnexe en M, N, Q, en sorte qu'il est possible d'établir une correspondance biunivoque et continue entre certains points d'un cercle et les points de la frontière de C, où C est uniformément uniconnexe. On sera ensuite conduit à faire correspondre, soit plusieurs points du cercle à certains points de la frontière, soit certaines portions de la frontière composées de points dont trois quelconques sont dans un ordre indifférent à un même point du cercle.

Ainsi s'établit, sur le théorème fondamental, l'*Analysis situs* de la frontière d'un continuum plan. Les résultats précédents valent pour l'*Analysis situs* de tout ensemble possédant la biconnexité, en particulier pour la surface à un côté.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Influence de diverses conditions physiques sur le rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

On sait, d'après les recherches de Cooper Hewitt, Wills, de Recklinghausen, Küch, Retschinsky, Stark, Schaposchnikoff, Pollak, Perot, Buisson, Fabry, etc., que le régime électrique des lampes à vapeur de mercure dépend beaucoup de la grandeur et de la forme des électrodes et du tube lumineux, de la température du milieu et du refroidissement des électrodes.

Ainsi lorsqu'on augmente le nombre de watts passant par la lampe en diminuant la résistance extérieure, si le tube lumineux est refroidi par un courant d'air froid ou par l'eau, le voltage aux bornes de la lampe varie peu tandis que l'ampérage augmente; si, au contraire, on laisse le tube s'échauffer et si l'on refroidit seulement les électrodes, le voltage augmente beaucoup et l'ampérage change très peu.

Il est important de connaître comment varie le rayonnement ultraviolet, lorsque, par des conditions de refroidissement différentes, on fait varier le régime électrique de la lampe.

Je me suis servi de la méthode au citrate d'argent, décrite dans une Note précédente, qui donne des résultats absolument parallèles à ceux que fournit la méthode de mesure de la durée de stérilisation d'une émulsion de coli.

Les expériences ont été faites avec une lampe neuve du type Westinghouse Cooper Hewitt dont le tube lumineux a 60^{mm} de longueur, et qui possède une boule de condensation de 45^{mm} au-dessus du pôle +. Cette lampe a brûlé dans quatre conditions différentes. Le Tableau suivant donne les régimes électriques et les activités de la lampe :

Résistance extérieure.	Lampe dans une boîte en amiante ouverte d'un côté.				A l'air libre avec capuchon sur boule +.			
	Volts.	Amp.	Watts.	Activités.	V.	A.	W.	Activités.
ohms 28	47	2,4	113	70	29	3,1	90	28
21	60	2,6	156	140	45	3,5	157	56
14	74	2,6	192	275	62	3,7	229	125
10,5	s'éteint				70	4,0	280	200
7	s'éteint				79	4,1	324	450

Résistance extérieure.	A l'air libre sans capuchon.				A moitié plongée dans l'eau.			
	V.	A.	W.	Activités.	V.	A.	W.	Activités.
ohms 28	24	3,1	74	28	17	4,2	71	7,3
21	39	3,6	140	56	20	5,9	118	12,2
14	56	4,2	235	210	22	7,6	167	17,6
10,5	64	4,6	294	275	26	8	208	23
7	70	4,7	329	586	26	13	338	41

On voit que le rayonnement ultraviolet de la lampe est d'autant plus intense que la température du tube lumineux est plus élevée; en particulier, si l'on refroidit le tube avec de l'eau, le rayonnement ultraviolet est

14 *fois* plus faible que dans le cas où la lampe brûle à l'air libre en consommant le même nombre de watts. Le rendement en ultraviolet d'une lampe semble dépendre non pas du nombre de watts consommés, mais de la chute de potentiel dans le tube lumineux; en effet, en déduisant les 11 volts qui correspondent environ aux chutes de potentiel à l'anode et à la cathode, il reste pour la lampe brûlant dans l'air 70 — 11 = 59 volts et pour la lampe refroidie avec l'eau 26 — 11 = 15 volts pour une largeur du tube lumineux de 6^{cm}.

Une deuxième question importante au point de vue pratique est la durée et la constance des lampes. Bordier, Courmont et Nogier trouvent que les lampes en quartz s'affaiblissent beaucoup au point de vue du rendement en rayons ultraviolets; Buisson et Fabry, par contre, trouvent qu'une lampe après 600 heures possède un rayonnement ultraviolet presque aussi intense qu'une autre lampe neuve.

J'ai comparé entre elles six lampes en quartz différentes : une de Heraeus, une de Westinghouse Cooper Hewitt ancien modèle et quatre W. C. H. nouveau modèle; ces lampes ont servi au Laboratoire de Physiologie de la Sorbonne des durées différentes ; je les ai montées toutes sur le courant de 110 volts avec une résistance extérieure de 21 ohms et j'ai mesuré l'activité sur le citrate d'argent ainsi que la durée de stérilisation d'une émulsion de coli placée à 20^{cm} de la lampe. Voici les résultats obtenus :

Lampes.	Durées de service.	Volts.	Ampères.	Watts.	Activités sur le citrate.	Durées de stérilisation du coli.
Heraeus 75^{mm}.....	3 ans	48	3,2	154	50	60^{s}
W.C.H. anc. 80^{mm}.	$>7000^{h}$	54	4,1	221	70	40
W.C.H. 60^{mm}....	$>2000^{h}$	54	3,8	205	80	40
W.C.H. 60^{mm}....	$> 700^{h}$	50	3,1	155	50	60
W.C.H. 60^{mm}....	$> 200^{h}$	50	3,0	150	50	40
W.C.H. 60^{mm}....	neuve	45	3,5	157	56	40

On voit que : 1° le régime électrique de ces différentes lampes n'est pas le même, il y a des variations qui dépendent probablement du degré de vide ou des différences légères dans les dimensions de ces lampes ; 2° le rayonnement ultraviolet de ces lampes, déterminé aussi bien par le citrate que par l'action sur le coli, varie peu d'une lampe à l'autre. Par conséquent, si même au bout d'un certain temps on trouve qu'une lampe baisse au point de vue lumineux et ultraviolet, cet affaiblissement ne se produit pour des lampes bien purgées de gaz et à électrodes bien étanches qu'après une durée

de service très grande; pour les expériences de photochimie et d'application des rayons ultraviolets, les lampes à vapeur de mercure en quartz constituent donc une source de rayons très constante et dont le rayonnement est défini, lorsqu'on connaît le voltage, l'ampérage et la longueur du tube.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'analyse des sables monazités.* Note de M. G. **Chesneau**, présentée par M. A. Carnot.

On a proposé pour l'analyse des sables monazités de nombreuses méthodes dérivant pour la plupart des procédés industriels d'extraction du thorium, qui fait la principale valeur de ces minerais. Ayant eu récemment à exécuter des analyses de monazites demandées au Bureau d'essais de l'École des Mines pour dosage du thorium seul ou des divers éléments, j'ai été amené à reprendre l'étude des meilleures méthodes publiées jusqu'ici sur cette question, notamment celle donnée par A. Carnot dans son magistral *Traité d'analyse des substances minérales* (t. III, p. 349). Je ne suis arrivé à des résultats satisfaisants qu'en introduisant dans ces méthodes des modifications assez importantes pour qu'il me paraisse intéressant de faire connaître la marche que j'ai finalement adoptée (après l'avoir contrôlée par de nombreux essais synthétiques) pour ce genre d'analyse particulièrement délicate.

Le point capital me paraît être l'attaque du minerai : celle à l'acide chlorhydrique, souvent pratiquée, a toujours été incomplète dans les échantillons que j'ai eu à examiner; la méthode à l'acide sulfurique bouillant, avec évaporation à sec et reprise par l'eau froide, recommandée par de nombreux auteurs, m'a paru laisser toujours une proportion notable de thorium dans le résidu insoluble, à cause de la propriété que possède la thorine de donner, à la façon des bioxydes de titane et d'étain, des phosphates difficilement solubles dans les acides dilués.

Il faut donc commencer par séparer complètement les terres rares de l'acide phosphorique formant près du quart du minerai. Pour cela, une prise d'essai de $2^g,5$ (poids suffisant pour une analyse complète usuelle) finement porphyrisée, est fondue au rouge vif pendant 1 heure avec 15^g de CO^3KNa dans un grand creuset de platine, en agitant fréquemment jusqu'à fusion tranquille et disparition de tout point brillant dans la masse. On reprend par de l'eau bouillante contenant 1 pour 100 de soude, destinée à empêcher la solution d'un peu de thorium dans les carbonates alcalins. On filtre et lave à l'eau froide le résidu insoluble, qui est traité par de l'eau chaude à

5 pour 100 de HCl; le résidu laissé insoluble par HCl est soumis au même traitement que ci-dessus. La désagrégation est alors complète, et l'on obtient finalement :

1° Une solution chlorhydrique A contenant les terres rares avec TiO^2, ZrO^2, Fe, etc.;

2° Un résidu insoluble B qui ne contient plus que TiO^2 et ZrO^2 avec des traces de silice et de chaux;

3° Une solution alcaline C contenant Al^2O^3, SiO^2 et tout l'acide phosphorique du minerai.

B et C sont analysés par les procédés ordinaires; je ne m'occuperai que de la solution A, pour laquelle j'ai adopté une marche un peu différente des méthodes habituelles.

Cette solution (débarrassée au besoin de Pb, Cu, etc. si le minerai contenait des sulfures métalliques) est étendue jusqu'à contenir *exactement* 4 pour 100 de HCl, puis traitée à chaud par de l'acide oxalique en cristaux, à raison de 4^g par 100^{cm^3} de liqueur, et abandonnée au repos pendant 2 jours; on a ainsi une liqueur contenant TiO^2, ZrO^2, Fe, etc. qui est analysée par les méthodes usuelles, et des oxalates de terres rares qui, après lavage à l'eau oxalique, sont séchés, puis grillés dans un large têt *au-dessous* de 500°.

Les oxydes obtenus sont repris par l'acide nitrique concentré, qui les dissout aisément à chaud; si le liquide reste trouble, on l'éclaircit facilement par addition d'un peu d'eau oxygénée pure (perhydrol de Merck amené à 10^{vol} d'oxygène).

La liqueur limpide est évaporée à sec dans une étuve à 130° jusqu'à disparition de vapeurs acides, le résidu est redissous dans 150^{cm^3} d'eau pure, et l'on sépare le thorium par la méthode de Wyrouboff et Verneuil par double précipitation (¹) à l'eau oxygénée. Comme l'eau oxygénée ordinaire contient presque toujours de l'acide phosphorique qu'entraînerait le thorium, il faut employer de l'eau oxygénée pure, avec addition d'un peu de nitrate d'ammoniaque, nécessaire surtout dans la seconde précipitation, car le peroxyde de thorium forme aisément des solutions colloïdales et ne précipite bien par l'eau oxygénée qu'en présence de sels minéraux.

Le thorium séparé, le filtrat est amené à 500^{cm^3} en ballon jaugé. L'ensemble des terres rares est précipité par l'ammoniaque dans 100^{cm^3} ($0^g,5$ de minerai) et pesé; sur 100^{cm^3} on dose le cérium volumétriquement par la méthode de Job, au bioxyde de plomb (²), et les terres yttriques sont dosées en bloc sur le reste de la liqueur par la méthode classique des sulfates doubles potassiques; on obtient finalement les oxydes de lanthane et des deux didymes par différence.

J'indiquerai, pour terminer, les conditions pratiques dans lesquelles doit être appliquée la méthode de Job à la solution nitrique des terres cériques et yttriques obtenue ci-dessus, avec nitrate d'ammoniaque en excès, qui n'apporte aucun trouble dans la méthode.

Cette solution est évaporée presque à sec dans un becher sur bain-marie, addi-

(¹) *Comptes rendus*, t. 126, 1898, p. 340.

(²) *Comptes rendus*, t. 128, 1899, p. 101.

tionnée de 10^{cm^3} d'acide azotique et de 2^g de PbO^2 destiné à transformer tout le cérium en CeO^2; on laisse digérer à froid 1 heure en remuant de temps en temps. On traite de même un poids connu de nitrate ammoniaco-cérique contenant autant que possible la même quantité de cérium que l'essai. Les deux liqueurs sont filtrées sur amiante dans des fioles coniques en se servant d'acide nitrique pur comme liquide de lavage; l'essentiel est de ne pas laisser passer *la moindre trace* de PbO^2 dans les filtrats : le mieux, pour y arriver, est d'employer un tube de Blair avec une épaisseur de 3^{cm} d'amiante en bouillie fine. On verse dans chaque fiole de l'eau oxygénée très étendue (à $0^{vol},5$ d'oxygène environ) jusqu'à décoloration exacte de la teinte jaune due à CeO^2 : le point précis, correspondant à la transformation exacte de CeO^2 en Ce^2O^3, s'obtient en comparant la teinte du liquide des fioles à celle d'un même volume d'eau pure contenu dans une fiole identique. La comparaison des volumes d'eau oxygénée employés dans l'essai et le titre donne dans ces conditions le cérium de l'essai avec beaucoup d'exactitude.

La marche précédente, appliquée à un sable monazité enrichi provenant de Madagascar, m'a donné les résultats suivants :

	Pour 100.		Pour 100.
Oxyde de thorium (ThO^2)	5,5	Magnésie (MgO)	0,4
» de cérium (CeO^2)	22,6	Chaux (CaO)	0,5
» de lanthane, didymes	25,0	Acide phosphorique (P^2O^5)	23,5
Terres yttriques	0,8	Silice (SiO^2)	8,8
Zircone (ZrO^2)	1,6	Acide titanique (TiO^2)	6,7
Oxyde de fer (Fe^2O^3)	3,7	Perte au feu	0,4
Alumine (Al^2O^3)	0,8	Total	100,3
Manganèse	traces		

PHYSIOLOGIE. — *Du tact à distance comme facteur de la faculté d'orientation des aveugles (sens des obstacles?).* Note [1] de M. **M. Kunz**, présentée par M. Yves Delage.

Le « sens des obstacles », le « sixième sens », etc., qu'on attribue généralement à tous les aveugles, surtout à ceux qui s'orientent assez bien, n'est pas nettement défini. Pour les uns, c'est l'ensemble des perceptions à distance faites par *tous* les sens restés intacts (*ouïe*, odorat, sens de la peau); pour d'autres, c'est exclusivement cette *sensation* spéciale localisée sur la partie supérieure de la figure et dans les tympans. Encore pour un autre qui attribue même cette *sensation cutanée* à des ondes sonores réfléchies, ce n'est que l'ouïe; son organe serait donc l'appareil auditif.

(1) Présentée dans la séance du 24 juillet 1911.

Désireux de mettre fin à cette confusion, j'ai nommé « *faculté d'orientation* » l'*ensemble de toutes les perceptions* et « *tact à distance* » cette sensation de la peau. Je sais, depuis 30 ans, que l'*ouïe* est, pour les aveugles, le sens d'orientation par excellence (changement des bruits dans le voisinage d'un obstacle, neige, etc.). Mais l'ouïe n'est pas un sens inconnu. Je ne parlerai donc que du *tact à distance* qui n'est qu'un facteur accidentel et accessoire de l'orientation. Beaucoup d'aveugles qui en sont dépourvus s'orientent mieux que tant d'autres. Il s'agit donc exclusivement de trouver la nature et l'organe de cette *sensation localisée sur la peau*. Pour y voir clair, nous (les anciens collègues de Truschel et moi) avons fait plus de 20000 essais sérieux avec 80 personnes. C'est sur des essais que Truschel dit avoir faits dans l'institution que je dirige depuis 30 ans, qu'il a basé sa théorie acoustique. Nos essais, faits en partie avec les élèves qu'il a cités, n'ont pas confirmé ses assertions.

Nous avons fait marcher les aveugles contre des obstacles et le long de parois (têtes libres et enveloppées, oreilles ouvertes et obstruées). Nous avons mesuré la portée du tact à distance pour des plaques de *verre*, de *feutre*, de bois, etc., de 32^{cm} sur 32^{cm} (plaques suspendues, personnes assises), en hiver, en été, dans un local froid, dans une salle un peu surchauffée [figures naturelles, noircies, poudrées, humectées de *solutions anesthésiques* (codéine, cocaïne, etc.) et de menthol]. Nous avons examiné le *sens* de la *température*, les distances minima (esthésiomètre), le sens de la *pression* sur 20 parties de la peau (7000-8000 essais avec pinceaux à un poil) et l'*acuité* de l'ouïe, la localisation des sources sonores, l'oreille musicale et la transmission des sons par le crâne.

Voici nos résultats (je ne cite que les faits les plus importants). Les détails se trouvent *Archives internat. d'hygiène scolaire*, t. IV, p. 80-184; t. V, p. 1-8, 330-345; t. VI, p. 295-323. — *Geschichte der Anstalt*, p. 186-202, 245-259, 284-338. — *Experimentelle Pædagogik*, t. VII, p. 16-67; t. IX, 74-146. — *Rivista di Filologia*, 1909. — *Ophtalmologie provinciale*, 1910. — *Actes des Congrès de Hambourg* (1907) *et de Naples* (1909).

1. Le tact à distance n'est ni donné à tous les aveugles, ni réservé aux aveugles. J'ai trouvé 12 *voyants* qui le possèdent, mais *pas un seul* aveugle traumatique qui en dispose. S'il y a des traumatiques qui en sont dotés, ils l'étaient sans doute déjà avant de perdre la vue. Ce n'est pas la cécité elle-même qui produit cette sensibilité anormale, cette hyperesthésie; ce sont les *causes* de la cécité.

2. Le tact à distance étant localisé sur *la peau*, il ne peut être dû qu'à un des sens de la peau. Les ondes sonores et l'organe auditif sont *exclus* pour les raisons suivantes :

1° On a trouvé des aveugles sourds sensibles à distance;

2° Le silence absolu en allonge la portée. Le silence n'exerce pas d'influence sur la sensibilité de la peau; mais tout bruit distrait.

3° L'obturation des oreilles en diminue généralement la portée parce que le tympan, l'organe tactile le plus sensible, est mis en inactivité; mais elle ne le supprime pas.

4° Son *existence* et sa portée sont *absolument indépendantes de toutes les fonctions de l'appareil acoustique* (*acuité* de l'ouïe, *oreille musicale*, *localisation* des sources sonores, transmissions des ondes sonores par le crâne). (3500 essais).

5° Quand les personnes sensibles restent immobiles, elles ne sentent pas les objets qu'on approche lentement de la nuque ou du sommet de la tête. Mais nous entendons aussi les bruits venant de derrière et d'en haut.

6° Les ondes sonores ne peuvent pas être réfléchies par des plaques de *feutre* comme par une plaque de verre ou une planche de mêmes dimensions. Nous n'avons pas trouvé de différence entre les effets de ces différentes matières.

7° De *face* la portée du tact est généralement plus grande que des côtés. 1500 essais de ce genre avec une quarantaine de personnes ont donné de face plus de 28 pour 100.

8° Des cylindres de carton, ouverts en bas et en haut, qui entourent les têtes, n'interceptent pas les ondes sonores. S'ils suspendent cette sensation, cela prouve qu'elle n'est pas due à des ondes sonores.

9° Des tubes de caoutchouc dans les oreilles, qui suppriment le rôle du pavillon, obstruent en partie le conduit auriculaire et pressent sur ses parois, devraient réduire à un minimum le tact à distance, s'il était dû à des ondes sonores. Dès que les aveugles étaient habitués aux tubes, nous n'avons constaté aucune réduction.

Les professeurs agrégés, D[rs] Krogius, Wœlfflin et Kleist, le D[r] Heller et, à cette heure, aussi le D[r] Allers excluent l'organe auditif comme moi.

Les faits suivants parlent en faveur de la *nature tactile* de cette sensation :

a. Dans une salle froide, la portée en est petite (aussi les doigts froids touchent mal). Dans une salle surchauffée cette portée est souvent doublée

et triplée à mesure que la peau se chauffe. Par un temps froid, un bandage chaud, pas trop serré, est capable d'augmenter considérablement cette portée. L'ouïe ne dépend pas de la température.

b. Quand les personnes *marchent* ou quand les plaques sont approchées plus rapidement, la portée s'allonge. Les ondes sonores n'y gagnent pas.

c. Je connais deux cas où l'énucléation, après injection de *cocaïne*, a *anéanti* pour longtemps du côté respectif le tact à distance et en a diminué la portée de l'autre côté.

d. Les solutions de *matières anesthésiques* appliquées sur la *figure* (lysol, cocaïne, codéine 5 pour 100) *réduisent cette portée de* 30 *à* 66 *pour* 100 (fait constaté par le Dr Woelfflin et par nous).

e. Les personnes qui sentent sur le front, etc., le pinceau n° I (1mg de *pression*) *possèdent* chez nous le tact à distance; celles qui ne perçoivent que le n° II (2mg) ne *l'ont pas* (ou seulement des traces) et les personnes qui perçoivent le n° I seulement d'un côté ne sont sensibles à distance que de *ce même côté*. Voir *Ophtalmologie provinciale*, 1910, Tables VII à XV. J'attribue donc le tact à distance en première ligne au sens de la *pression*.

Causes. — La blennorrhée et certaines *maladies de la peau* (variole, rougeole, *scarlatine* à un haut degré), peut-être aussi l'hystérie, semblent être les causes de cette hyperesthésie. La plupart des voyants sensibles avaient gravement souffert de la *scarlatine*. Hyperesthésie de la peau.

Il y a 40 ans, ces maladies faisaient 80 pour 100 de victimes. Tous ces aveugles étaient sans doute dotés du tact à distance. Les autres disparaissaient dans le nombre et les voyants sensibles à distance n'étaient pas connus. On avait donc un droit *apparent* de parler du « sens des obstacles », d'un « sixième sens » des aveugles. De nos jours c'est différent.

ZOOLOGIE. — *De l'insensibilité à la lumière et de la cécité de l'Escargot des vignes* (Helix pomatia *L*.). Note de M. **Émile Yung**, présentée par M. Yves Delage.

L'observation de l'Escargot dans la nature, sa tendance à résider dans les lieux ombragés pendant le jour et à se promener préférablement de nuit, paraît témoigner que ce Mollusque est leucophobe.

Les expériences de Willem, pratiquées selon la méthode de Graber, ont conduit ce savant à classer notre espèce parmi les leucophiles [1].

En réalité, elle n'est ni l'un ni l'autre. Mes propres expériences, accomplies selon la même méthode sur des individus jeunes et adultes, et répétées un grand nombre de fois (2400 cas observés sur 176 individus), démontrent que la distribution des Escargots à l'intérieur d'un enclos où ils ont le choix entre l'ombre et la lumière, est livrée au hasard tout comme celle des Escargots placés en nombre égal dans un espace de mêmes dimensions, mais uniformément éclairé. Ces animaux ne fuient pas davantage la lumière qu'ils ne recherchent l'obscurité.

Cette conclusion est valable quelle que soit l'intensité de l'éclairage; que l'expérience ait été faite en plein soleil ou à la lumière diffuse, par temps clair ou sombre.

Les chiffres obtenus au cours de mes recherches donnent, il est vrai, une petite majorité en faveur de l'obscurité. Toutefois, le fait n'est pas constant, et lorsqu'il se produit, il peut s'expliquer non par l'action de la lumière, mais par celle de la chaleur qui dessèche plus rapidement la surface dont disposent les sujets soumis à l'expérience quand cette surface est éclairée que lorsqu'elle est ombragée par un couvercle opaque.

Le passage subit de l'Escargot de l'ombre, ou de l'obscurité totale, à une vive lumière n'est suivi d'aucune réaction appréciable. Ni la lumière directe du soleil, ni celle émanant d'un puissant foyer électrique ne provoque l'invagination ou même la simple rétraction des grands tentacules que l'œil, placé à leur sommet et dont la structure est compliquée, semble cependant désigner comme des organes visuels.

Lorsqu'on expose un objet lumineux (têtes d'épingles de diverses couleurs, feuilles de carton, petit miroir, lame de scalpel, cristal de quartz, etc.) à la distance de 1^{mm} à 2^{mm} au-devant de l'œil de l'Escargot, il ne se produit aucune réaction constante. Il en est de même quand, l'animal ayant été tenu à l'obscurité, on projette sur ses yeux un faisceau de rayons solaires ou qu'on allume à proximité d'eux une lampe électrique.

Les obstacles placés sur la route de l'Escargot ne sont aperçus qu'à la condition que l'animal les ait touchés. Toutes les fois qu'ils paraissent avoir été sentis à petite distance, la raison en est que ces obstacles (pierres, mor-

---

[1] VICTOR WILLEM, *Contributions à l'étude des organes des sens chez les Mollusques : I. La vision chez les Gastropodes Pulmonés.* (*Archives de Biologie*, t. XII, 1892.)

ceaux de bois, feuilles de carton, brins d'herbe, etc.) répandent de l'odeur, ou que leur température diffère de celle du milieu ambiant, ou encore qu'ils produisent une agitation de l'air ou du sol. L'Escargot ne les *voit* pas.

L'amputation des yeux de l'Escargot n'entraîne aucune modification dans son genre de vie, ni dans la manière dont il se comporte à l'égard de la lumière ou des objets éclairés qui l'entourent. Le jeu des tentacules privés d'yeux est le même que celui des tentacules intacts. Le Mollusque trouve sa nourriture et les lieux qu'il préfère aussi bien après qu'avant l'opération.

En résumé, l'Escargot des vignes n'est dermatoptique à aucun degré et ses yeux ne lui sont visuellement d'aucun usage.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUILLET 1911. (Suite.)

Duc D'ORLÉANS, *Campagne arctique de* 1907 : JOURNAL DE BORD, extraits coordonnés par A. DE GERLACHE. — PHYSIQUE DU GLOBE : *Météorologie*, par A. DE GERLACHE. *Magnétisme terrestre*, par A. NIPPOLDT. *Électricité atmosphérique*, par G. LÜDELING. — ÉTUDE LITHOLOGIQUE DE FONDS RECUEILLIS DANS LES PARAGES DE LA NOUVELLE-ZEMBLE, par J. THOULET. — ÉCHINODERMES, par JAMES-A. GRIEG. — MOLLUSQUES ET BRACHIOPODES, par PH. DAUTZENBERG et H. FISCHER. — FAUNE DES MOUSSES. *Tardigrades*, par FERD. RICHTERS. — MICROPLANKTON DES MERS DE BARENTS ET DE KARA, par ALPH. MEUNIER; texte et planches. Bruxelles, Charles Bullens, 1910-1911; 3 vol. et 4 fasc. in-4°.

Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale réunie à Londres et à Cambridge du 21 *au* 29 *septembre* 1909, rédigés par le Secrétaire perpétuel H.-G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN. IIe Volume : *Rapports spéciaux et Rapports sur les travaux du Bureau central en* 1908, 1909 *et* 1910; avec 17 cartes et planches. Berlin, Georg Reimer; Leyde, E.-J. Brill, 1911; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 JUILLET 1911.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés, conformément à une décision de l'Académie en date du 13 juillet 1835, par MM. les SECRÉTAIRES PERPÉTUELS; t. 151, juillet-décembre 1910. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-4°.

SAVANTS DU JOUR. GABRIEL-LIPPMANN : *Biographie, bibliographie analytique des écrits*, par ERNEST LEBON. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Scientific Papers, by Sir GEORGE-HOWARD DARWIN; Tome IV : *Periodic orbits and miscellaneous Papers*. Cambridge, 1911; 1 vol. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Der Fall Soxhlet, eine Antwort von PAUL WAGNER. Darmstadt, Johs. Waitz, 1911. (Hommage de l'auteur.)

Traité de Physique de O.-D. CHWOLSON; Ouvrage traduit sur les éditions russes et allemandes, par E. DAVAUX. Édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de *Notes sur la Physique théorique*, par E. COSSERAT et F. COSSERAT; t. III, 3e fascicule : *Propriétés des vapeurs. Équilibre des substances en contact;* avec 93 figures dans le texte. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Atti della Società italiana per il progresso delle Scienze, pubblicati per cura dei soci REINA, PIROTTA, FOLGHERAITER, TIERI. *Quarta Riunione :* NAPOLI, *dicembre* 1910. Rome, 1911. (Adressé en hommage par M. G. CIAMICIAN, président de la Société italienne pour l'Avancement des Sciences.)

Statistique générale de la France. *Salaires et coût de l'existence à diverses époques jusqu'en* 1910, publié par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Paris, Imprimerie nationale, 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 JUILLET 1911.

La face de la Terre (*Das Antlitz der Erde*), par ED. SUESS, Associé Étranger de l'Institut de France; *traduit avec l'autorisation de l'auteur et annoté sous la direction d'*EMMANUEL DE MARGERIE; t. III (2e Partie), avec 2 cartes en couleurs et 124 figures. Paris, Armand Colin, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Termier. Hommage du traducteur.)

Astéries, Ophiures et Échinides de l'Expédition antarctique anglaise de 1907-1909, par R. KOEHLER, avec 5 planches. (*Brit. antract. Exped.* 1907-1909; vol. II, part 4, juin 1911.) Londres, William Heinemann; 1 fasc. in-4°.

Une révolution en météorologie, par M. VICTOR PAPON. Saint-Junien, imp. E. Villoutreix, 1911; 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

Climat de Paris. Les Saints de glace au printemps, par LÉON DESCROIX. (Ext. des *Mém. Soc. Alzate*, Mexico; t. XXX, 1910-1911, p. 105-109.) 1 fasc. in-12. (Hommage de l'auteur.)

M. ERNST LEYST adresse six Opuscules relatifs au *Magnétisme terrestre* et à la *Météorologie*. Moscou, 1909-1910; 6 fasc. in-8°.

The Usu-san eruption and earthquake and elevation phenomena, by F. OMORI, with plates I-XIII. (*Bull. of the Imperial earthquake investigation Committee*; t. V, n° 1.) Tokio, juin 1911; 1 fasc. in-8°.

The nature of volcanic action, by REGINALD-A. DALY, with fives plates. (*Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences*; t. XLVII, n° 3, juin 1911.) Boston, Massachusetts; 1 fasc. in-8°.

Les terrains houillers de Manitoba, Saskatchewan, Alberta et de l'Est de la Colombie britannique, par D.-B. DOWLING. Ottawa, Imprimerie du Gouvernement, 1910; 1 vol. in-8°.

Estudios sobre la accion de los extractos hipofisiarios. Ensayos sobre la fisiologia del lóbulo posterior de la hipófisis, por BERNARDO-A. HOUSSAY; texte et graphiques. Buenos-Ayres, A. Guidi Buffarini, s. d.; 1 vol. in-8° et 1 fasc. in-8° oblong.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 31 JUILLET 1911.

Annales du Bureau des Longitudes; Tome VII : *Tables de la Lune, fondées sur la théorie de Delaunay*. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan.)

Notice sur la vie et les travaux de Albert de Lapparent, par M. LOUIS PASSY, Membre de l'Institut. Paris, Philippe Renouard, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Société nationale d'Agriculture de France. Séance solennelle du cent-cinquantenaire de la Société, du 22 *mars* 1911. Paris, Philippe Renouard, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de M. Tisserand, Président, et de M. Louis Passy, Secrétaire perpétuel de la Société.)

Cent-cinquantième anniversaire de la Société d'Agriculture de France, discours prononcé le 22 *mars* 1911, par M. LOUIS PASSY, Membre de l'Institut. Paris, Philippe Renouard, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Plan et élévation orientale de l'Obélisque construit en 1736, *sur la plus grande élévation de Montmartre, dans l'alignement de la méridienne et à la vue de l'Observatoire, par les soins de l'Académie royale des Sciences, levé en juillet* 1737. Copie certifiée conforme d'un dessin original (anonyme) de la Collection des plans de la Bibliothèque de la Ville de Paris. Paris, le 26 juillet 1911; l'architecte voyer du XVIIIe, GRAVEREAUX; 1 feuille in-plano. (Présenté par M. Bigourdan.)

1911. *Mire du Nord à Montmartre*, élévation, façade Sud. GRAVEREAUX, architecte voyer du XVIIIe; 1 feuille in-plano. (Hommage de M. Gravereaux.)

M. KUNZ, Directeur de l'Institut d'Aveugles, à Illzach-Mulhouse, adresse, par l'intermédiaire de M. Delage, les Ouvrages suivants :

1856-1906. *Geschichte der Blindenanstalt zu Illzach-Mülhausen während der ersten fünfzig Jahre ihrer Tätigkeit ferner deutsche, französische und italienische Kongressvorträge und Abhandlungen über das Blindenwesen*, herausgegeben von M. KUNZ. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1907; 1 vol. in-4°.

Du tact à distance, « sens des obstacles », par M. KUNZ. Angers, G. Grassin, 1910; 1 fasc. in-4°.

Das « Ferngefühl » als Hautsinn unter Berücksichtigung neuer Versuch, von M. KUNZ. (*Internat. Archiv für Schulhygiene*, t. VI, n° 3; 1910.)

Neue Versuche über das Orientirungsvermögen und das Ferngefühl Blinder, Taublinder und Sehender, von M. KUNZ. Leipzig, 1908; 1 fasc. in-8°.

Nochmals das « Ferngefühl » (Fernempfindung) als Hautsinn, von M. KUNZ. Leipzig, 1909; 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 7 AOUT 1911.

Sur les mouvements de l'écorce terrestre et leurs causes, par CLAUDE GAILLARD. (Extr. des *Annales de la Société linnéenne de Lyon*, t. LVIII, 1911, p. 163-172.) Lyon, A. Rey et Cie, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

L'aurore boréale : théorie et lois héliodynamiques, par le Contre-Amiral DE KERILLIS. Paris, Gustave Ficker, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les Algues marines utiles et en particulier les Algues alimentaires d'Extrême-Orient, par MM. EM. PERROT et C.-L. GATIN. [*Annales de l'Institut océanographique* (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco); t. III, fasc. 1.] Paris, Masson et Cie, 1911; 1 fasc. in-4°.

Constitution morphologique de la bouche de l'Insecte, par CHARLES JANET. Limoges, Ducourtieux et Gout, 1911; 1 fasc. in-8°.

La défense contre l'ophidisme, par VITAL BRAZIL, Directeur de l'Institut sérumthérapique de l'État de Saint-Paul (Brésil). Saint-Paul, imp. Pocai et Weiss, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. *Statistique générale de la France. Résultats statistiques du recensement général de la population, effectué le 4 mars* 1906. Tome I, 3e partie : *État civil de la population active*. Paris, Imprimerie nationale, 1910; 1 vol in-4°.

Catalogue de la Bibliothèque de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe : Supplément, rédigé par AMB. GENTIL. Le Mans, imp. Monnoyer, 1911; 1 fasc. in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1909-1910. Rouen, imp. Caignard; Paris, A. Picard, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin de l'Académie malgache; t. VII, année 1909. Tananarive, Imprimerie officielle de la Colonie, 1910; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut national agronomique; 2e série, t. X, fasc. 1. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1911; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers, 5e série, t. XIII, année 1910. Angers, G. Grassin; 1 vol. in-8°.

Annales de l'École nationale d'Agriculture de Montpellier; nouvelle série, t. XI, fasc. 1, juillet 1911. Montpellier, Coulet et fils; 1 fasc. in-4°.

La Géographie. Bulletin de la Société de Géographie, publié tous les mois par le Baron HULOT et M. CHARLES RABOT; t. XXIV, n° 1, 15 juillet 1911. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 3 avril 1911.)

Note de M. *P. Chaussé*, Dans les conditions normales, le chien guérit sa tuberculose mésentérique occulte expérimentale :

Page 979, ligne 15 en remontant, *au lieu de* 6mg, *lire* 6g.

Page 980, ligne 9, *au lieu de* 107, *lire* 197.

Page 980, lignes 20 et 23, *au lieu de* 181, *lire* 190.

Page 980, ligne 8 en remontant, *au lieu de* se fixer dans les poumons, *lire* se fixer soit dans les poumons.

Page 980, ligne 3 en remontant, *au lieu de* au cobaye vers, *lire* au cobaye jusque vers.

(Séance du 31 juillet 1911.)

Note de M. *Mazé*, Recherches sur la fonction de l'acide nitreux dans la cellule végétale et animale :

Page 358, ligne 5, *au lieu de* liquide éclair, *lire* liquide clair.

Page 358, ligne 8, *au lieu de* et conserver ces tubes stériles, *lire* et conserver en tubes stériles.

Page 358, ligne 18, *au lieu de* dans les dernières portions qui, *lire* dans les dernières portions recueillies qui.

Page 359, ligne 22, *au lieu de* après l'injection, *lire* après l'ingestion.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AOUT 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Messieurs,

J'ai le regret de vous annoncer la mort d'un de nos plus estimés Correspondants pour la Section de Chimie, M. *Albert Ladenburg*, décédé à Breslau, le 15 courant, après une longue et cruelle maladie.

La grande notoriété de Ladenburg date de l'époque, déjà lointaine (1867), où en collaboration avec Ch. Friedel, au laboratoire de Wurtz, il sut réaliser la production de corps organiques où le silicium tient lieu de carbone. Ils obtinrent ainsi le silicichloroforme, l'acide siliciformique, l'hydrure de silicium, à peine entrevu jusque là, et d'autres substances à la fois carbonées et siliciées. Ces recherches, continuées plus tard séparément par les deux savants, établirent surabondamment l'analogie du silicium et du carbone, prévue quarante années auparavant par J.-B. Dumas.

Après différents travaux sur la constitution de la benzine et de ses dérivés, Ladenburg reprenant l'étude de l'acide tropique et de la tropine de Kraut, établit la structure de ces deux dérivés de l'atropine dans une série de recherches mémorables qui amenèrent, peu d'années après, la synthèse de l'hyoscyamine par Wilstœtter.

En 1884, Ladenburg faisait connaître un moyen puissant d'hydrogénation des bases organiques qu'il appliquait aussitôt à la série pyridique. Il obtenait ainsi toute la famille des bases hydropyridiques. L'α-propylpipéridine,

qu'il avait produite par hydrogénation de l'allylpipéridine, fut identifiée par lui avec la conicine de la ciguë, au pouvoir rotatoire près. L'année suivante, il obtenait la conicine à pouvoir rotatoire droit identique à l'alcaloïde de la ciguë, en même temps que la conicine gauche et la conicine racémique que la nature se refuse à produire.

Il avait aussi publié d'assez nombreux Mémoires de Chimie générale et minérale, et particulièrement étudié l'ozone qu'il obtint le premier à l'état de pureté bouillant à — 125°.

Il est l'auteur d'un Ouvrage remarquable, plein de sens et d'érudition : *L'Histoire du développement de la Chimie moderne*, qui a contribué à faire connaître, en Allemagne, les beaux travaux des Écoles étrangères.

Ladenburg est resté longtemps le recteur très estimé de l'Université d'Iéna.

En le perdant, la Chimie perd un de ses ouvriers les plus habiles, l'Académie un de ses plus dignes Correspondants.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Vitesses de rotation des filaments noirs dans la couche supérieure de l'atmosphère solaire.* Note (¹) de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

Les filaments noirs, qui sont un des caractères principaux des couches supérieures, ont été récemment l'objet de nombreux Mémoires. Ils ont été signalés d'abord, comme on sait, à partir de 1903, par Hale et Ellermann, dans leurs images complexes formées par le mélange de la couche supérieure et de couches basses plus brillantes, et sous les noms de *long dark flocculi*, *exceptionnally dark flocculi*. Ils sont présentés comme de simples objets curieux, plutôt rares; et il est question d'eux seulement d'une manière incidente, dans des Mémoires consacrés à d'autres sujets.

Leur importance réelle a été reconnue en 1908, lorsque nous avons pu, à Meudon, isoler complètement les couches supérieures; en fait, les premiers Mémoires qui leur sont spécialement destinés émanent de notre Observatoire. Dans la couche supérieure bien pure, les filaments sont beaucoup plus nombreux et plus nets; ils forment avec d'autres lignes similaires nouvelles, nommées *alignements*, un réseau à larges mailles, qui

(¹) Présentée dans la séance du 14 août 1911.

couvre le Soleil entier et s'est maintenu, depuis 1908, plus ou moins net suivant les jours. De plus, les filaments sont le siège de mouvements ascendants et sont intimement liés aux protubérances, sans cependant se confondre avec elles, comme l'ont annoncé les auteurs précédents.

En fait, les filaments sont à considérer, au moins autant que les taches dont ils sont, à beaucoup d'égards, la contre-partie (1); et il convient de mesurer leur position et leur aire totale avec le même soin que pour les taches. Le manque de personnel ne nous a pas permis d'entreprendre ce dernier travail aussi rapidement et aussi complètement qu'il serait désirable. Nous donnons ici seulement quelques mesures de position, qui se rapportent à des épreuves déjà anciennes, et qui donnent la vitesse de rotation des filaments.

La mesure de la rotation par les positions successives d'un même filament a été abordée déjà par Fox en 1908, et par Evershed en 1911 (2). Les résultats des deux auteurs sont différents, le premier ayant trouvé en moyenne pour le mouvement diurne sidéral 14°,18 et le second 15°,57. Mais les données utilisées sont insuffisantes; Fox étudie quatre filaments avec deux ou trois positions seulement, et Evershed relève entre les latitudes — 3° et + 8° un seul filament sur deux ou trois rotations. A ce point de vue, nos épreuves sont meilleures et assurent des mesures plus nombreuses et plus précises.

Une cause possible de désaccord entre les résultats est la différence des spectrohéliographes et surtout de leurs dispersions qui jouent un rôle important. Les filaments, qui appartiennent à la couche supérieure, apparaissent avec la netteté maxima seulement lorsque la dispersion est assez grande pour donner une image formée par la lumière seule de cette couche (K_3 ou centre de $H\alpha$) et pour éliminer toute lumière voisine (K_2 avec le calcium) (3).

---

(1) Les filaments ont de grands mouvements radiaux, comme les taches, et, comme elles, persistent au même point pendant plusieurs rotations; c'est à Meudon que ces propriétés ont été signalées pour la première fois.

(2) Fox, *Solar Rotation from dark flocculi* (*Astrophysical Journal*, septembre 1908, t. XXVIII, p. 217); Evershed, *On the angular speed of rotation of a long enduring prominence* (*Astrophysical Journal*, janvier 1911, t. XXXIII, p. 1). La protubérance d'Evershed avait été étudiée auparavant par Slocum, mais à un autre point de vue (*Astrophysical Journal*, septembre 1910).

(3) La raie brillante double K_2, de largeur moyenne égale à $0^A,50$, varie à peu près de $0^A,20$ à 1^A; et la raie noire K_3, comprise entre deux composantes brillantes de K_2, a

Or les grands spectrohéliographes, à train de trois prismes ou à réseau, organisés à Meudon en 1908, offrent sûrement cet avantage; le plus grand, avec chambre de 7^m, présente un écartement des raies H et K de 45^{mm}, et avec une seconde fente de largeur comprise entre $0^A,02$ et $0^A,06$, isole parfaitement la raie K_3, large en moyenne de $0^A,18$. Le spectrohéliographe, immédiatement au-dessous, avec chambre de 3^m et écartement des raies H et K de $19^{mm},5$, convient aussi, quoiqu'une petite portion de la lumière K_2 puisse entrer dans la fente. Le même spectrohéliographe, avec une chambre de 3^m également et un réseau, donne une image de l'hydrogène supérieur qui est impure, mais suffisante. Ces deux appareils, avec chambres de 7^m et 3^m, ont fourni les belles séries d'épreuves de 1908 et 1910, résumées dans les figures 2 et 3, et Tableaux II et III.

Nous employons aussi à Meudon un autre spectrohéliographe, en service depuis 1893, et beaucoup moins dispersif, puisqu'il a un écartement des raies H et K de 2^{mm} seulement. Il a été construit dans un autre but, pour isoler entièrement la raie brillante double K_2, et en assurant la netteté maxima de l'image. Il isole aussi la raie K_3 qui est comprise entre les deux composantes de K_2; et son image, appelée au début image K_2, est désignée par nous depuis 1908 image K_{23}, ce qui la distingue bien des précédentes. Il donne parfois certains filaments, mais rarement avec netteté, et seulement lorsque la raie K_3 a une largeur exceptionnelle. La figure 1 et le Tableau I se rapportent à un de ces rares filaments.

D'autre part, les spectrohéliographes étrangers employés avec le calcium ont une dispersion intermédiaire entre celle des grands appareils et du petit appareil de Meudon. Ils donnent des images intermédiaires, formées par le mélange des lumières K_2 et K_3, d'autant plus riches en lumière K_3 et en filaments que la dispersion est plus forte. Ainsi le spectrohéliographe de Yerkes, qui a fourni à Fox les éléments de son Mémoire de 1906, a un écartement de 4^{mm} entre H et K, et celui de Kodaïkanal, employé par Evershed, offre l'écartement plus favorable de 8^{mm}. Nous nous étonnons

---

une largeur moyenne de $0^A,18$ et varie de $0^A,10$ à $0^A,40$. Ces nombres sont utiles à considérer, dans l'étude de l'influence de la dispersion.

Les filaments ont, avec K_3 et $H\alpha$, des bords d'autant plus nets que la quantité de longueur d'onde isolée est plus faible; de plus, la netteté est atteinte plus rapidement avec $H\alpha$. Aussi, lorsqu'on le peut, on fait les mesures sur l'image de l'hydrogène.

Sur nos épreuves, faites avec une grande dispersion, la netteté des bords est la règle; et c'est ainsi que nous avons pu relever les filaments avec la même précision à toutes les latitudes.

seulement qu'Evershed continue à appeler en 1911 images K_2, et non K_{23}, les images correspondantes qui doivent pourtant beaucoup à la lumière K_3. Cette désignation ne correspond pas à la réalité et peut égarer les personnes peu au courant de la question. Il convient de faire mieux encore, et, conformément aux prescriptions du Congrès international de 1905, d'ajouter sur chaque épreuve publiée, la largeur de la première fente du spectrohéliographe en millimètres, et la largeur de la seconde fente en millimètres et en angströms. Ces indications, qui définissent la nature de l'image et assurent la comparaison d'images différentes, sont inscrites sur nos Tableaux.

Le relevé des filaments sur nos épreuves a été fait de la façon suivante :

La position des points principaux du filament est mesurée en coordonnées rectilignes avec la machine à diviser, et reportée ensuite sur un cercle, analogue à ceux employés pour le relevé des taches, qui offre en projection les méridiens et parallèles solaires de 10° en 10° pour l'époque considérée (¹). On obtient ainsi sur le même cercle les positions successives exactes des filaments observés pendant une rotation ou une demi-rotation de l'astre. Les figures 1, 2, 3, ci-jointes, sont une réduction de ces dessins circulaires. Elles sont intéressantes comme étant les premières images publiées qui représentent les variations de forme des filaments et leurs variations par rapport aux méridiens et parallèles. On peut les rapprocher des dessins similaires, publiés peu après la découverte des taches, qui donnent leurs positions et variations successives sur le disque solaire. Les dessins circulaires, qui sont exacts, ont servi à mesurer les longitudes successives des divers points du filament ayant la même latitude, et donc à déterminer les vitesses de rotation, résumées dans les Tableaux ci-dessous.

Les séries publiées, qui sont typiques, ont été choisies au milieu de beaucoup d'autres. La série de 1906 peut être considérée comme exceptionnelle, ayant été obtenue nette sur les épreuves K_{23} du petit spectrohéliographe. Celle de 1908, qui a correspondu à une période de beau temps, offre un grand nombre de relevés du même filament, qui est resté fin et net pendant sa vie presque entière. Enfin la série *d* de 1910 et aussi la série *e* de 1910 (qui est celle d'Evershed) ont des filaments qui varient beaucoup en longueur et largeur (²).

(¹) Les cercles qui sont imprimés, et de $0^m,20$ de diamètre, sont ceux préparés à l'Observatoire de Lyon pour le relevé des taches; ils ont été aimablement mis à notre disposition par M. André, directeur de cet observatoire.

(²) Les filaments de 1910 sont en général plus larges au bord qu'au centre; la

Dans la majorité des cas, les vitesses de rotation mesurées sont supérieures, ne serait-ce qu'un peu, à celles des couches plus basses (surface et

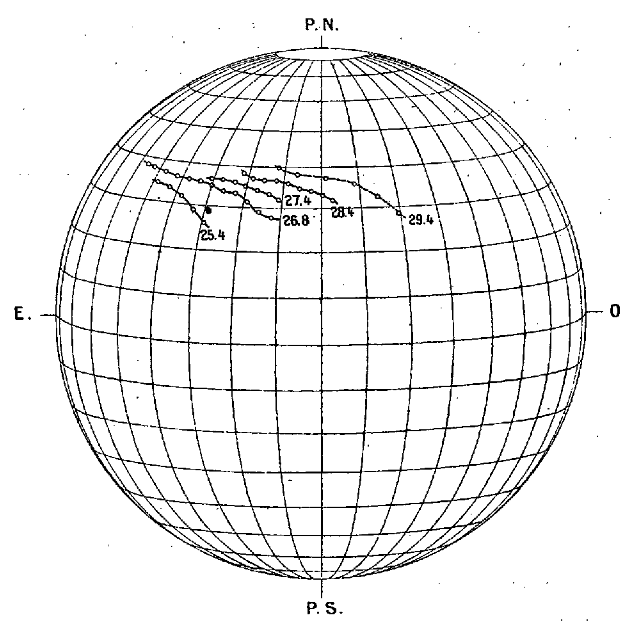


Fig. 1. — Positions successives d'un même filament. Septembre 1906.

couche renversante), et, en effet, la moyenne du mouvement sidéral par 24 heures atteint 14°,9; mais il y a entre les filaments des différences notables.

Plusieurs points des filaments ont une vitesse voisine de celle trouvée par Fox; les autres, et en particulier ceux notés comme extraordinaires, ont une vitesse plus grande, qui se rapproche souvent de celle admise par Evershed. Nous ne nous attacherons à aucune moyenne; car les mesures sont encore trop peu nombreuses; et les moyennes ont l'inconvénient de masquer les différences individuelles qui, dans le cas présent, sont fort intéressantes. En fait, la vitesse est variable d'un filament à l'autre, d'un

---

remarque a été déjà faite sur plusieurs filaments. On est conduit à penser que, dans ce cas, le filament s'étend plus en hauteur qu'en largeur.

Le manque de place ne nous a pas permis de donner avec détails d'autres séries de filaments. La série *e* de 1910 a été obtenue par Evershed en février, mars et avril. Nous l'avons eue à Meudon prolongée en mai; ce qui est dû, croyons-nous, à la grande dispersion de nos appareils.

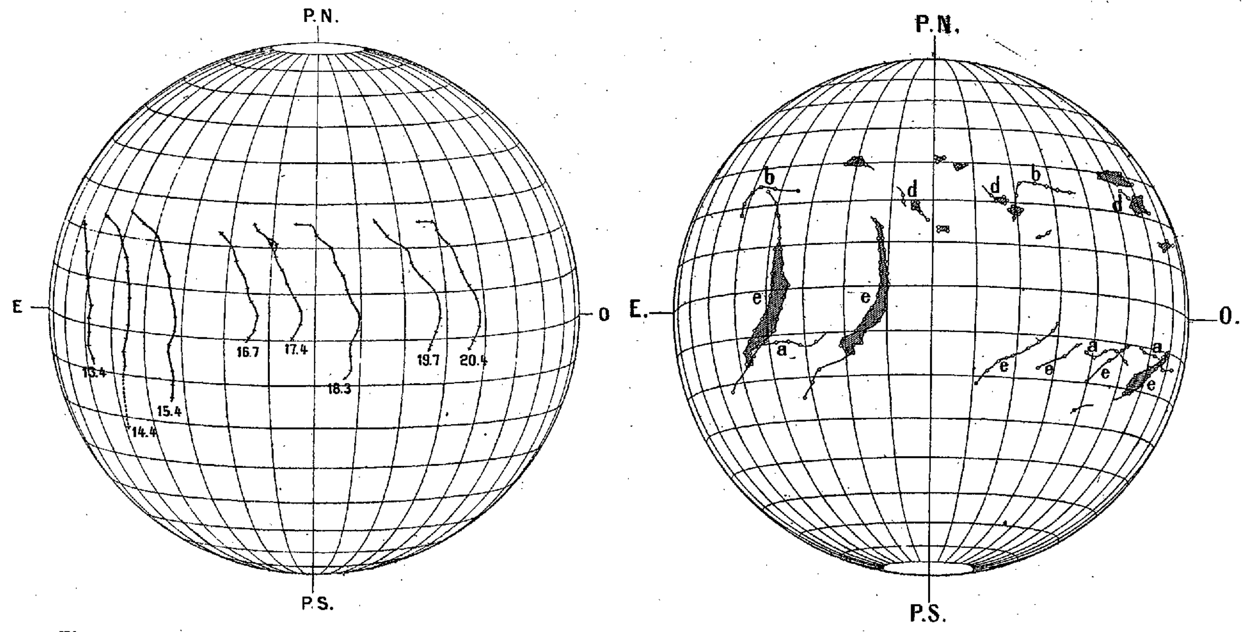
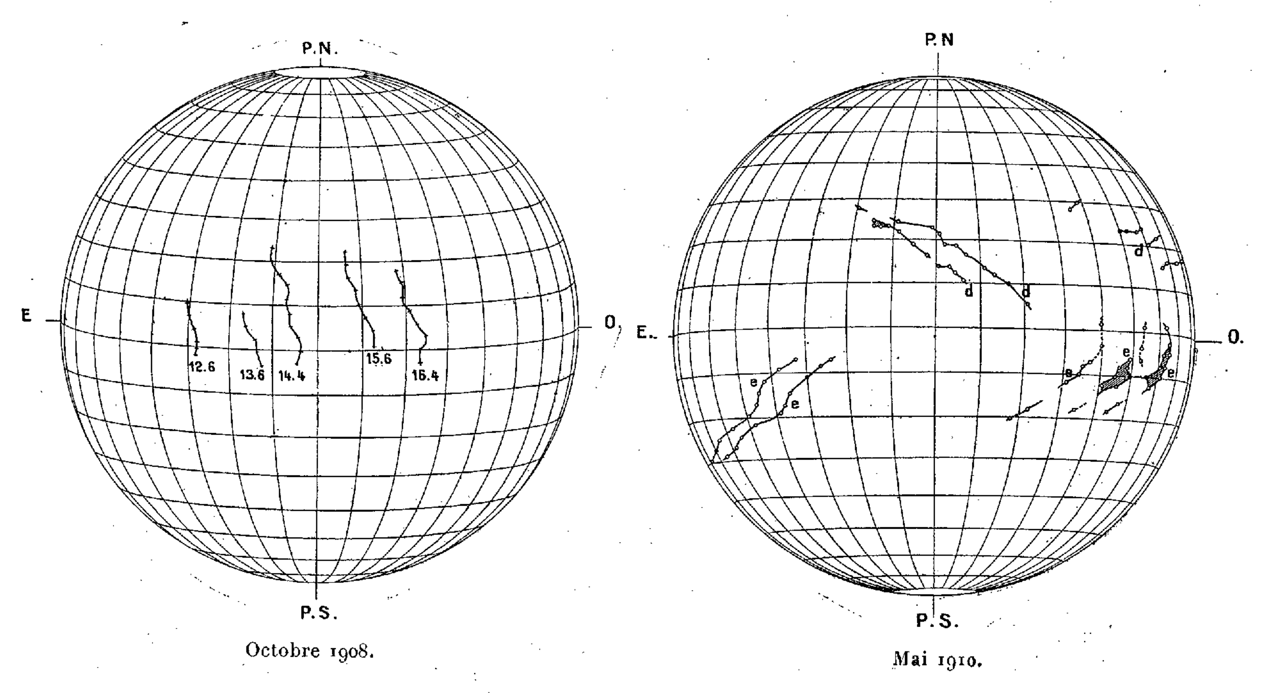


Fig. 2. — Positions successives d'un même filament.
Septembre 1908.

Fig. 3. — Positions successives de divers filaments.
Mars 1910.



Octobre 1908.

Mai 1910.

Note. — Les points du filament, directement mesurés, soit au milieu, soit sur l'un des bords, sont marqués par un petit cercle ou par un trait.

point à l'autre et d'un jour à l'autre. Or les mêmes variations et les mêmes augmentations de vitesse se retrouvent encore plus grandes dans les protubérances, d'après les recherches récentes faites à Meudon ; et le phénomène a été rattaché par Deslandres à l'action du champ magnétique solaire sur les ions ascendants (¹); la même explication peut être étendue aux filaments qui, de temps en temps, seraient le siège de poussées ascensionnelles, et auraient une vitesse de rotation en rapport avec leur vitesse verticale.

De plus, ainsi qu'on le fait pour les taches, les vitesses moyennes de rotation ont été déterminées d'après les passages successifs d'un même filament au méridien central; or ces vitesses, qui sont réunies dans le Tableau IV, sont égales à la vitesse des taches équatoriales, et sont plus faibles que les précédentes; ce qui implique des sauts brusques des filaments de l'Ouest vers l'Est. Evershed, qui a fait le même calcul pour la latitude 0°, en conclut que les filaments ont leur origine dans la photosphère. Notre conclusion n'est pas la même, car la vitesse est constante de 0° à 30° de latitude. Cette constance ressort bien des mesures qui sont précises (²), et peut, si elle est permanente, modifier nos idées courantes sur le Soleil (³).

D'autre part, Hale, Evershed et la plupart des auteurs, considèrent les filaments comme la projection des protubérances sur le disque. Cette manière de voir soulève des restrictions et objections nombreuses qui seront présentées ultérieurement.

(¹) Voir *Comptes rendus*, t. **152**, 1911, p. 1281, 1433, 1541, et t. **153**, 1911, p. 10 et 321.

(²) La mesure est précise parce qu'elle s'appuie sur un long intervalle de temps qui comprend une ou plusieurs rotations entières de l'astre. Pour compléter le Tableau IV, on a ajouté un filament de 1909, dont les mesures de détails n'ont pas été insérées, par le manque de place.

(³) A ce sujet, Deslandres propose, au moins provisoirement, la théorie suivante : Le Soleil et son atmosphère tournent tout d'une pièce, comme un corps solide et avec la vitesse angulaire des taches équatoriales. Les ions lumineux, qui sont une faible partie de la masse, ont des mouvements verticaux, ceux d'un signe dans un sens, ceux de l'autre signe dans le sens opposé; et ils sont déviés par le champ magnétique. Considérons maintenant dans l'atmosphère le lieu des points où le champ magnétique change de sens; au-dessous, les vitesses sont inférieures à la normale, et, au-dessus, elles sont supérieures. On explique bien les variations de vitesse des diverses couches dans les deux sens, les sauts des filaments de l'Ouest à l'Est, reconnus dans cette étude, et aussi les sauts des taches de l'Est à l'Ouest, signalés déjà depuis longtemps.

Tableau I. — *Épreuves* K_{23} *de* 1906, *avec le petit spectrohéliographe à un prisme.* 1re *fente de* 0^{mm},015 ; 2e *fente de* 0^{mm},04 *ou* 0^{A},60.

Date.	Latitude = + 35°. Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.
Septembre.		
25,38	51°,0 E	17°,0
26,70	30,0 E	16,7
27,37	19,5 E	15,1
28,36	5,5 E	16,5
29,40	10,5 O	
	Moyenne	16,3

Tableau II. — *Épreuves* K_3 *de* 1908, *avec le grand spectrohéliographe de* 14^{m}, *à 3 prismes et chambre de* 7^{m}. — 1re *fente de* 0^{mm},02 ; 2e *fente de* 0^{mm},04 *ou* 0^{A},03 *pour les épreuves de septembre et de* 0^{mm},06 *ou* 0^{A},045 *pour celles d'octobre.*

	Latitude = 0°.		Latitude = + 5°.		Latitude = + 10°.		Latitude = + 20°.	
Date.	Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.	Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.	Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.	Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.
Septembre.								
13,43	58°,0 E	14°,7	58°,0 E	14°,5	60°,8 E	16°,2	67°,5 E	17°,1
14,41	44,5 E	13,6	44,7 E	14,1	45,8 E	13,2	51,7 E	14,7
15,37	32,3 E	14,6	32,0 E	15,9	34,0 E	15,6	38,5 E	15,6
16,68	14,5 E	14,7	12,5 E	15,2	15,0 E	15,4	19,5 E	15,2
17,37	5,0 E	14,4	2,7 E	13,6	5,0 E	13,7	9,7 E	14,9
18,34	8,0 O	15,2	9,5 O	15,2	7,3 O	16,5	3,8 O	14,6
19,65	26,5 O	15,5	28,0 O	15,2	27,5 O	14,4	21,5 O	16,5
20,36	37,0 O		38,3 O		37,2 O		32,8 O	
	Moyenne = 14,7		Moyenne = 14,8		Moyenne = 15,0		Moyenne = 15,6	
Octobre.								
12,59	27,5 E	14,7			31,0 E	14,1		
13,64	13,2 E	14,5			17,3 E	14,9		
14,37	3,2 E	14,2			7,0 E	14,3		
15,60	13,0 O	13,8			9,3 O	14,7		
16,38	23,0 O				20,0 O			
	Moyenne = 14,3				Moyenne = 14,5			

Tableau III. — *Épreuves* H_α, *de* 1910, *avec le spectrohéliographe de* 3^m, *à réseau.*
1re *fente de* $0^{mm},02$; 2e *fente de* $0^{mm},07$ *ou* $0^A,40$.

Filament d.

Date.	Latitude = + 20°. Longitude.	Latitude = + 20°. Mouvement sidéral par 24 heures.	Latitude = + 30°. Longitude.	Latitude = + 30°. Mouvement sidéral par 24 heures.
Mars.				
21,69......	7°,0 E	13°,4	20°,5 E	12°,6
23,62......	17,0 O		1,8 O	
Avril.				
15,40......	42,8 E	15,2	56,5 E	15,1
18,38......	0,5 E		14,5 E	
Mai.				
14,72......	7,0 E	14,3	»	»
15,38......	1,3 O	14,5	»	»
19,68......	59,8 O		»	»
	Moyenne.....	14,4	»	»

Filament e.

Date.	Latitude = — 10°. Longitude.	Latitude = — 10°. Mouvement sidéral par 24 heures.	Latitude = — 15°. Longitude.	Latitude = — 15°. Mouvement sidéral par 24 heures.	Latitude = — 20°. Longitude.	Latitude = — 20°. Mouvement sidéral par 24 heures.
Mars.						
21,69...	42°,0 E	14°,2	47°,2 E	15°,7	53°,0 E	13°,7
23,62...	16,5 E	15,3	18,8 E	13,7	28,5 E	14,3
26,68...	27,3 O	15,1	20,0 O	16,1	12,2 O	16,6
27,46...	»	»	31,8 O	13,9	»	»
28,43...	52,0 O	14,8	44,3 O	15,0	39,5 O	13,6
29,66...	69,0 O		61,5 O		55,0 O	
	Moyenne = 14,8		Moyenne = 14,9		Moyenne = 14,6	
Avril.						
15,40...	75,0 E	16,1	81,0 E	15,7	»	»
18,38...	29,8 E	»	37,0 E	16,0	45,5 E	15,2
26,70...	»		?88,0 O		73,0 O	
			Moyenne = 15,8			

TABLEAU III (*suite*).

Date.	Latitude = — 10°. Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.	Latitude = — 15°. Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.	Latitude = — 20°. Longitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.
Mai.						
14,72...	38°,7 E	17°,5	44°,5 E	14°,9	50°,0 E	14°,6
15,38...	27,8 E	15,4	35,3 E	15,2	41,0 E	14,7
19,68...	34,0 O	15,0	»	»	18,0 O	»
20,64...	47,5 O	16,6	39,5 O	»	»	»
21,37...	59,0 O		»			
	Moyenne = 16,1		Moyenne = 15,0		Moyenne = 14,7	

TABLEAU IV. — *Vitesses angulaires moyennes des filaments déduites des passages successifs au méridien central.*

	Latitude.	Époque du passage au méridien central.		Mouvement sidéral moyen des filaments par 24 heures.
		Septembre.	*Octobre.*	
Filament de 1908	0°	17,74	14,62	14°,4
	+ 10	17,76	14,89	14,3
		Avril.	*Mai.*	
Filament de 1909	+ 20	23,74	20,70	14,4
		Mai.	*Juin.*	
	0	18,99	14,51	14,6
	+ 20	20,70	16,47	14,4
		Mars.	*Avril.*	
Filament *d* 1910	+ 20	22,25	18,42	14,2
	+ 30	23,46	19,41	14,4
		Avril.	*Mai.*	
	+ 20	18,42	15,24	14,4
		Mars.	*Avril.*	
Filament *e* 1910	— 10	24,77	20,35	14,5
	— 15	25,10	20,84	14,5
	— 20	25,76	21,58	14,4
		Avril.	*Mai.*	
	— 10	20,35	17,31	14,4
	— 15	20,84	17,86	14,3
	— 20	21,58	17,39	14,4

Durée de rotation des taches. Latitude.	Mouvement sidéral par 24 heures.
0°	14°,40
10	14,30
20	14,05
30	13,70

THERMOMÉCANIQUE. — *Vibrations spontanées d'une barre libre, se refroidissant par contact à ses extrémités et par rayonnement ou convection à sa surface latérale.* Note de M. **J. Boussinesq**.

I. Passons maintenant au problème traité par M. Roy [1], où les deux extrémités $x = 0$, $x = l$ de la barre sont libres de toute pression sensible et maintenues à la température zéro. Nous y appellerons θ' les températures et ξ' les petits déplacements. Le mouvement, produit à partir de l'état naturel à zéro par de simples variations de température, sans pressions ni tractions extérieures, aura laissé immobile le centre de gravité; en sorte que, si $\mathrm{D}f(x)$ y désigne les déplacements initiaux ξ'_0, la fonction $f(x)$ aura sa valeur moyenne nulle, comme l'était celle de θ_0 dans le problème de M. Annycke.

D'ailleurs, M. Roy suppose ces déplacements ξ'_0 purement thermiques, ou dus aux dilatations linéaires $\mathrm{D}\theta'_0$ des fibres par la chaleur et, par conséquent, égaux à $\mathrm{D}\int_0^x \theta'_0\,dx + \text{const.}$ Enfin, il admet, comme M. Annycke, que la production des températures initiales θ'_0, un peu antérieure à l'époque $t = 0$, ait été assez lente pour ne pas se trouver accompagnée de vitesses perceptibles.

Par suite, tandis que les équations du problème de M. Annycke, groupées en un Tableau, étaient

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{1}{a}\dfrac{d\theta}{dt} + b\theta = c\dfrac{d^2\theta}{dx^2}, \qquad \dfrac{1}{a^2}\dfrac{d^2\xi}{dt^2} - \dfrac{d^2\xi}{dx^2} = -\mathrm{D}\dfrac{d\theta}{dx}; \\ \text{(pour } x = 0 \text{ et } x = l\text{)} \qquad \dfrac{d\theta}{dx} = 0, \qquad \xi = 0; \\ \text{(pour } t = 0\text{)} \qquad \theta = \theta_0 = f(x), \qquad \dfrac{d\xi}{dt} = 0, \qquad \xi = \mathrm{D}\displaystyle\int_0^x f(x)\,dx, \end{array}\right.$$

celles du problème de M. Roy, groupées de même, sont

$$(2)\quad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{1}{a}\dfrac{d\theta'}{dt} + b\theta' = c\dfrac{d^2\theta'}{dx^2}, \qquad \dfrac{1}{a^2}\dfrac{d^2\xi'}{dt^2} - \dfrac{d^2\xi'}{dx^2} = -\mathrm{D}\dfrac{d\theta'}{dx}; \\ \text{(pour } x = 0 \text{ et } x = l\text{)} \qquad \theta' = 0, \qquad \dfrac{d\xi'}{dx} = 0; \\ \text{(pour } t = 0\text{)} \qquad \theta' = \theta'_0 = f'(x), \qquad \dfrac{d\xi'}{dt} = 0, \qquad \xi' = \mathrm{D}f(x). \end{array}\right.$$

---

[1] Voir le précédent numéro des *Comptes rendus*, p. 409.

Or, on y satisfait en prenant simplement pour θ' et ξ' les dérivées premières en x des fonctions θ et ξ du problème précédent (1), où $f(x)$ serait la même fonction donnée, à valeur moyenne nulle, que dans le problème actuel (2). Effectivement, les première et troisième lignes du Tableau (1), différentiées en x, deviennent immédiatement les première et troisième lignes du Tableau (2); et, de plus, les deux premières équations de la seconde ligne du Tableau (1), relatives à la température θ, sont identiquement les premières, $\theta' = 0$, de la seconde ligne du Tableau (2). Quant aux deux autres de cette seconde ligne du Tableau (2), revenant à annuler la dérivée seconde de ξ en x aux deux extrémités de la barre, elles résultent de ce que l'équation indéfinie (1) en ξ, à la première ligne du Tableau (1), se réduit à son second terme pour $x = 0$ et $x = l$, en raison des dernières, $\xi = 0$, de la seconde ligne, différentiées deux fois en t, et des premières, $\frac{d\theta}{dx} = 0$, de la même seconde ligne.

Ainsi, la dérivée en x des fonctions θ et ξ de M. Annycke résout le problème de M. Roy.

II. Inversement, la dérivée en x des deux fonctions θ' et ξ' de M. Roy résout un second problème de M. Annycke, pourvu que θ'_0 soit une fonction continue même aux deux bouts $x = 0$, $x = l$, ou n'ait pas sa dérivée en x, $f''(x)$, infinie pour $x = 0$ et $x = l$; ce qui rendrait illusoires nos raisonnements. Car si l'on dérive en x les première et troisième lignes du Tableau (2), il vient les lignes analogues du Tableau suivant, expression du problème particulier de M. Annycke où $f''(x)$ exprimerait les températures initiales et où θ'', ξ'' désigneraient les deux fonctions inconnues :

$$(3)\quad \begin{cases} \frac{1}{a}\frac{d\theta''}{dt} + b\theta'' = c\frac{d^2\theta''}{dx^2}, \qquad \frac{1}{a^2}\frac{d^2\xi''}{dt^2} - \frac{d^2\xi''}{dx^2} = -\mathrm{D}\frac{d\theta''}{dx}; \\ (\text{pour } x = 0 \quad \text{et} \quad x = l)\ \frac{d\theta''}{dx} = 0, \qquad \xi'' = 0; \\ (\text{pour } t = 0), \quad \theta'' = \theta''_0 = f''(x), \quad \frac{d\xi''}{dt} = 0, \quad \xi'' = \mathrm{D}f'(x). \end{cases}$$

Et quant aux quatre relations de la seconde ligne, les deux dernières, $\xi'' = 0$, ne sont autres que les deux relations analogues du Tableau (2), tandis que les deux premières sont ce à quoi se réduit, aux deux bouts de la barre, la première équation (2), à cause de l'annulation qu'y éprouvent constamment, d'après la seconde ligne de (2), non seulement θ', mais aussi sa dérivée en t.

III. Les formules (11) de ma précédente Note donneront donc, dans le problème de M. Roy,

$$\theta' = -\sum C\alpha e^{-\beta a t} \sin \alpha x, \qquad \xi' = D \sum \frac{C\alpha^2 \cos \alpha x}{\alpha^2 + \beta^2} \varpi, \tag{4}$$

quand les températures initiales θ'_0 y seront $-\Sigma C\alpha \sin \alpha x$, en série trigonométrique de sinus procédant suivant tous les multiples d'un même arc. Par exemple, dans le cas particulièrement intéressant, traité en détail par M. Roy, où ces températures initiales θ'_0 se réduisent à une constante m, dérivée en x de l'expression de θ_0 qui a le n° 12 dans ma précédente Note, il résulte des formules (13) de cette même Note, où ne figurent que les *multiples impairs* de l'arc en question :

$$(5) \quad \begin{cases} \theta' = \dfrac{4m}{l} \sum e^{-\beta a t} \dfrac{\sin \alpha x}{\alpha}, \\ \xi' = -\dfrac{4m}{l} D \sum \dfrac{\cos \alpha x}{\alpha^2 + \beta^2} \left[e^{-\beta a t} + \dfrac{\beta \sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}{\alpha^2} \sin \left(\alpha a t + \operatorname{arc\,tang} \dfrac{\beta}{\alpha} \right) \right]. \end{cases}$$

Mais celles-ci (5) ne pourraient plus être différentiées en x, pour fournir la solution du problème de M. Annycke dans lequel on aurait, comme température initiale θ''_0 ou $f''(x)$, zéro, dérivée de m en x ; car ici l'équation, $\theta' = \theta'_0 = m$, de la troisième ligne du Tableau (2), n'est compatible avec les deux premières, $\theta' = 0$, de la seconde ligne, que si les températures initiales sont exprimées par *m dans l'intervalle seulement*, compris entre les deux limites $x = 0$, $x = l$, et non à ces limites mêmes. D'où il suit que cette fonction θ'_0 a sa dérivée infinie aux deux limites, ou ne peut y être différentiée : ce qui rend alors illusoires les formules (3). Aussi, la série Σ figurant dans θ'' cesse-t-elle d'être convergente à l'instant $t = 0$, où elle se réduit à $\Sigma \cos \alpha x$.

IV. Il est intéressant de comparer, comme l'ont fait MM. Roy et Annycke dans le cas (5) d'une dilatation initiale uniforme, le mouvement d'origine calorifique à celui d'origine purement mécanique qu'amèneraient, à la température constante zéro, des déplacements initiaux tout pareils

$$\xi'_0 = D f(x) = D \Sigma C \cos \alpha x.$$

Les équations en ξ' du Tableau (2), prises avec θ' et θ'_0 nuls, donnent alors

$$\xi' = D \Sigma C \cos \alpha x \cos \alpha a t.$$

Or, si l'on considère à part, dans l'expression de ϖ, dernière (9) de ma

précédente Note, le terme périodique, on voit que le déplacement d'origine calorifique, donné par la seconde (4), admet pour sa partie vibratoire, ou abstraction faite de termes exponentiels qui s'évanouissent graduellement sans alternatives, la formule suivante

$$(6)\qquad \text{Partie vibratoire de } \xi' = \mathrm{D}\sum \frac{\beta}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}\,\mathrm{C}\cos\alpha x \sin\left(\alpha a t + \operatorname{arc\,tang}\frac{\beta}{\alpha}\right).$$

Les harmoniques y sont de mêmes périodes que dans le mouvement d'origine mécanique, avec amplitudes respectivement plus petites, ou réduites à la fraction de leurs valeurs qu'exprime le rapport

$$r = \frac{\beta}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}},$$

variable d'un harmonique à l'autre. En éliminant β de ce rapport r par la formule $\beta = b + c\alpha^2$, on voit qu'il satisfait à la relation

$$(7)\qquad \frac{1}{r^2} = 1 + \frac{1}{\left(\dfrac{b}{\alpha} + c\alpha\right)^2},$$

et qu'il varie, par suite, avec α, dans les mêmes sens que la somme $\frac{b}{\alpha} + c\alpha$, décroissant en conséquence, à partir de l'unité, quand on y fait grandir α à partir de zéro, s'abaissant ainsi jusqu'à un certain minimum, qui est atteint lorsque $\alpha = \sqrt{\frac{b}{c}}$, et croissant ensuite, pour tendre asymptotiquement vers la même limite 1, quand grandissent à l'infini α ou le numéro d'ordre de l'harmonique.

Pour les harmoniques d'ordre peu ou modérément élevé et, par suite, propres à jouer un rôle notable dans le mouvement vibratoire total et dans le son qui en résulte, l'amplitude de ces harmoniques sera sensible, comparable à ce qu'elle est dans le mouvement d'origine mécanique, pourvu que les valeurs de α y soient assez petites : ce qui arrivera $\left(\text{vu la valeur } \frac{i\pi}{l} \text{ de } \alpha\right)$ si la longueur l de la barre est assez grande.

V. Tant M. Roy que M. Annycke ont supposé, dans leurs problèmes respectifs, l'état initial θ'_0 ou θ_0 des températures produit, un peu antérieurement à l'époque $t=0$, avec une lenteur suffisante pour s'accompagner ou de leurs dilatations normales *statiques* $\mathrm{D}\theta'_0$, ou des pressions *statiques* corrélatives, sans vitesses appréciables. Or, on pourrait le concevoir, au

contraire, produit très rapidement à l'époque même $t = 0$, assez pour n'avoir pas encore amené, à cette époque, les dilatations thermiques, ni, par conséquent, de déplacements ξ' ou ξ perceptibles, non plus que de vitesses $\frac{d(\xi' \text{ ou } \xi)}{dt}$. Alors les conditions d'état initial, au lieu de se trouver exprimées par les troisièmes lignes des Tableaux 2 et 1, seraient

$$(8) \quad (\text{pour } t = 0) \quad \theta' = f'(x) \text{ ou } \theta = f(x), \quad \frac{d(\xi' \text{ ou } \xi)}{dt} = 0, \quad (\xi' \text{ ou } \xi) = 0.$$

Il est clair, par les raisons exposées aux n[os] I et II, que θ' et ξ' égaleraient encore les dérivées respectives en x de θ et de ξ; et que, de plus, les dérivées en x de θ' et ξ' vérifieraient encore les mêmes équations que θ et ξ, avec $f''(x)$ à la place de $f(x)$. Mais il faudrait, dans l'équation (8) de ma précédente Note, déterminer les deux constantes A et B de manière à annuler, pour $t = 0$, outre la dérivée de la parenthèse fonction de t, cette parenthèse elle-même. Il viendrait donc toujours $B = \frac{\beta}{\alpha}$ et, de plus, $A = -1$. Ainsi la fonction ϖ se trouverait remplacée, dans toutes les solutions simples, par celle-ci

$$(9) \quad \varpi_1 = e^{-\beta a t} - \cos\alpha a t + \frac{\beta}{\alpha}\sin\alpha a t = e^{-\beta a t} - \frac{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}{\alpha}\cos\left(\alpha a t + \operatorname{arc\,tang}\frac{\beta}{\alpha}\right).$$

A cela près, les formules des intégrales subsisteraient; et, par exemple, dans le cas de la tige à bouts libres refroidis par contact, la partie vibratoire des déplacements serait, au lieu de (6),

$$(10) \qquad -D\sum \frac{C\alpha\cos\alpha x}{\sqrt{\alpha^2+\beta^2}}\cos\left(\alpha a t + \operatorname{arc\,tang}\frac{\beta}{\alpha}\right).$$

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Le Soleil et ses taches.* Note (¹) de M. Kr. Birkeland.

Les expériences faites avec un globe magnétique comme cathode dans

---

(¹) Reçue dans la séance du 7 août 1911.

un grand vase de décharge m'ont conduit à des découvertes qui semblent être d'une haute importance pour la théorie du Soleil.

Dans une précédente Note sur les anneaux de Saturne, j'ai donné quelques renseignements sur ces expériences. Avec une forte aimantation du globe, on obtient un anneau plan, comme le montre la figure 1, ou bien

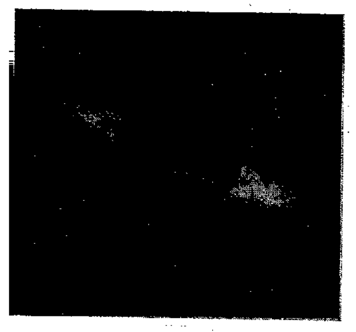


Fig. 1. — Vue d'en haut.

Fig. 2. — Vue de côté.

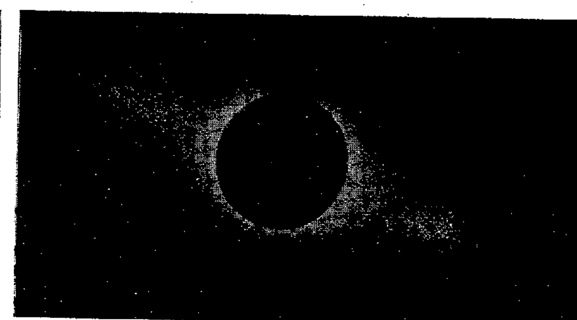


Fig. 3. — Vue de côté.



Fig. 4. — Vue de côté.

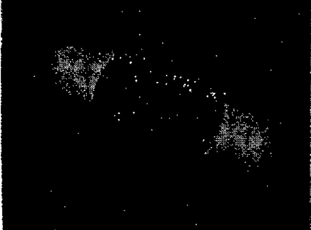


Fig. 5. — Vue de côté.

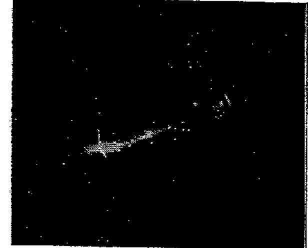


Fig. 6. — Vue de côté.



Fig. 7. — Vue d'en bas.

l'on obtient aussi des rayons polaires et des décharges disruptives près de l'équateur, comme le montre la figure 2 (il y a là par hasard une décharge unipolaire).

Si l'on diminue l'aimantation du globe, cet anneau diminue jusqu'à un minimum, après quoi il se développe un autre anneau équatorial augmentant rapidement (*fig.* 3) jusqu'à se manifester nettement sur la paroi de verre la plus lointaine dans mon grand vase de décharge. La dimension de l'anneau correspond alors à un diamètre de 70^{cm}, le diamètre du globe étant de 8^{cm}.

C'est un anneau correspondant qui peut, d'après moi, fournir l'explication de la lumière zodiacale (*Comptes rendus*, 6 février 1911).

On voit aussi sur la figure 3 une auréole autour du globe magnétique à

structure rayonnée près des pôles, rappelant beaucoup les images de la corona du Soleil.

Des gaz raréfiés, rendus lumineux par des décharges semblables provenant du Soleil, émettraient d'abord une lumière propre, puis diffuseraient la lumière solaire.

Comme on le sait, le spectre de la corona contient surtout une raie brillante du coronium $\lambda = 5304$, et il y a à travers tout le spectre un faible spectre continu dû probablement à de la lumière solaire réfléchie.

Passons maintenant aux expériences représentées par les figures 4 à 7, avec les petites taches blanches indiquant des décharges disruptives. Si le globe a une surface unie et n'est pas aimanté, les décharges disruptives arrivent rapidement les unes après les autres et sont réparties plus ou moins uniformement sur tout le globe. Autrement, si le globle est aimanté, même très légèrement, les taches d'où sortent les décharges disruptives *se rangent alors en deux ceintures parallèles à l'équateur magnétique du globe*, et d'autant plus près de l'équateur que le globe est plus fortement magnétisé. Avec une aimantation constante on aura les ceintures de taches près de l'équateur si la tension de décharge est peu élevée, mais loin de l'équateur si la tension est haute.

Ces centres d'éruption pour les décharges disruptives se font plus marqués, si l'on ajoute quelques bouteilles de Leyde en parallèle, mais il faut faire attention à ne pas ajouter trop de capacité, la décharge devenant alors oscillatoire. J'ai employé ordinairement 8 milliampères comme courant de décharge.

Si le globe métallique entourant l'électro-aimant n'est pas uni, mais porte des pointes aiguës, près des pôles par exemple, les décharges disruptives sortent de préférence par ces pointes et il faut employer une aimantation plus forte pour forcer les taches à se ranger en ceintures autour de l'équateur.

En partant des résultats de Schwabe, Wolf, Carrington et Spœrer, on sait que les taches du Soleil se rangent justement en deux ceintures entre 5° et 40° de latitude, Nord et Sud, de telle sorte que, dans la période de minimum des taches, elles commencent à se manifester à de grandes latitudes, puis descendent pour se trouver dans la période de maximum vers 16° de latitude Nord et Sud. En se rappelant surtout que les taches sont les centres d'émission de rayons cathodiques très rigides ($H\rho = 3 \times 10^6$ C. G. S.) qui donnent naissance à des aurores et à des perturbations magnétiques sur notre Terre, il me semble que les choses se passent comme si le manteau photosphérique

plus ou moins isolant était parfois percé par des décharges disruptives pour former ainsi des arcs électriques formidables. Rien d'étonnant à ce que la tension nécessaire pour percer la photosphère soit très grande; cela explique sans plus l'énorme rigidité des rayons cathodiques émis.

Il y a peut-être un noyau à l'intérieur du Soleil qui forme le pôle positif de ces énormes courants, tandis que les facules surtout forment les pôles négatifs.

La température des taches doit, dans cette hypothèse, être très élevée; cela ne semble pas être bien confirmé par les mesures, dira-t-on; mais il y a là un point délicat : c'est qu'on ne peut pas mesurer la température d'une tache par la loi de Stefan, attendu que, sous de hauts degrés de dispersion, le spectre des taches n'est pas continu, il ne contient que des raies.

On peut s'imaginer que c'est sous l'action de ces arcs violents que la photosphère tend à devenir plus isolante (plus épaisse?), et qu'après le maximum des taches, les décharges ne pourront percer la photosphère aussi facilement qu'après un certain refroidissement par radiation. Les décharges recommencent donc à se produire à de hautes latitudes aussi longtemps que la tension nécessaire est à son maximum.

J'ai démontré précédemment par de longues recherches que la période undécennale des taches n'est pas due à une influence extérieure (*Comptes rendus*, 4 novembre 1901).

Aussi les mouvements propres des taches à différentes latitudes s'expliquent-ils dans cette hypothèse comme une action magnétique sur les arcs, en admettant que le Soleil et la Terre soient inversement aimantés (*Comptes rendus*, 24 janvier 1910).

Ici il n'est pas difficile d'obtenir, par des forces magnétiques agissant sur un arc dans l'air ordinaire, une vitesse transversale de 200^m par seconde.

Dans l'évolution du système du monde, les forces électriques et magnétiques semblent jouer un rôle comparable à celui de la force de gravitation.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre de la comète Kiess* (1911 *b*). Note de MM. **A. de la Baume Pluvinel** et **F. Baldet**, présentée par M. B. Baillaud.

La comète Kiess a été suffisamment brillante dans la seconde quinzaine de juillet pour qu'il ait été possible de photographier son spectre par la

méthode du prisme-objectif. Du 20 au 31 juillet nous avons pris sept photographies avec des durées de pose de 1 heure environ. Sur trois des plaques nous avons photographié le spectre de Véga comme spectre de comparaison. Les deux meilleurs clichés ont été mesurés; le premier a été obtenu sur plaque au pinacyanol, sensible au jaune, avec un spectrographe très lumineux (objectif à portrait à $0^m,086$ de diamètre, $0^m,25$ de foyer et prisme de 20°); le second, sur plaque Lumière violette, a été donné par un spectrographe plus dispersif (objectif à portrait de $0^m,08$ de diamètre, $0^m,30$ de foyer et prisme de 60°). Les autres négatifs ont été examinés à titre de témoins pour confirmer la réalité des condensations mesurées.

Le spectre de la comète Kiess appartient à la classe la plus nombreuse des spectres cométaires; en particulier, il est tout à fait semblable au spectre de la comète 1902 *b* étudié par l'un de nous ([1]).

Ce qui caractérise les images photographiques des spectres de ces comètes ce sont deux condensations intenses, l'une dans le bleu (λ 4735) qui correspond à la quatrième bande du spectre de Swan, l'autre au commencement de l'ultraviolet (λ 3882) produite par la radiation caractéristique du cyanogène incandescent.

Ces deux condensations présentent à peu près la même intensité sur nos négatifs du spectre de la comète Kiess obtenus avec des plaques Lumière violettes. Entre ces deux images intenses de la comète on distingue des condensations infiniment plus faibles parmi lesquelles on retrouve, en particulier, la bande du spectre de Swan donnée par la combustion des hydrocarbures, et la deuxième bande du spectre du cyanogène. Au delà de la forte condensation λ 4735, et du côté du jaune, on distingue encore deux condensations faibles occupant la place de la deuxième et de la troisième bande du spectre de Swan (λ 564 et λ 516). Nous signalerons aussi l'existence de trois condensations à peine visibles sur notre meilleur cliché et qui paraissent appartenir à un spectre fourni exclusivement par la queue de la comète. Ces condensations sont situées un peu au-dessus de l'alignement des images du noyau de la comète et se présentent sous forme de petits traits inclinés sur la ligne de dispersion, précisément suivant l'angle indiqué par l'observation directe de la comète. On sait d'ailleurs, par les photographies de la comète, que sa queue avait l'aspect d'un trait fin et court s'épanouissant à une faible distance de la tête. Les longueurs d'onde des images de la queue sont λ3914, λ4005 et λ4026. La première image correspond à la bande caractéristique du spectre cathodique de l'azote (λ 3914) et les deux autres aux composantes du doublet du spectre de Fowler (λ4003 et λ4023). Les trois images monochromatiques de la queue de la comète ne sont visibles que sur le meilleur de nos clichés; nous regrettons de n'avoir pu confirmer leur existence en les photographiant sur d'autres plaques.

([1]) *Comptes rendus*, 23 mars 1903.

Nous donnons dans le Tableau ci-dessous les résultats de l'étude de nos clichés :

λ.	Aspect sur le cliché.	Identification.
564...	Condensation circulaire nuageuse faible.	1re tête de la 2e bande (jaune) du spectre de Swan à λ 5633.
516...	Condensation circulaire nuageuse faible.	1re tête de la 3e bande (verte) du spectre de Swan à λ 5164.
	Entre ces deux images il y a un spectre faible.	Non identifié.
4735..	Tête de la bande intense dégradée vers le violet.	4e bande (bleue) du spectre de Swan dont les têtes sont à : λ 4736, 4714, 4697, 4684-4671 (moy. 4675).
4700..	Condensation.	
4675..	Condensation la plus intense de la bande.	
4644..	Condensation.	
460...	Fin de la bande.	
440...	Condensation nuageuse très faible.	Non identifiée.
435...	Milieu d'une condensation faible.	5e bande (violette) du spectre de Swan comprise entre λ 438-433 (moy. 436).
431...	Condensation circulaire faible.	Raies de la bande caractéristique que l'on observe seulement dans le spectre des hydrocarbures en combustion.
429...	Condensation circulaire faible.	
423...	Tête d'une faible bande.	2e groupe du cyanogène compris entre λ 422-417.
4199..	Centre de la bande.	
417...	Fin de la bande.	
406...	Condensation très faible.	Non identifiées dans les spectres des comètes.
404...	Condensation très faible.	
4026..	Image fine, très faible, un peu au-dessus du spectre du noyau.	Une des composantes du doublet du spectre de Fowler se trouvant dans le spectre de la queue seulement.
4018..	Image fine très faible.	Non identifiée.
4005..	Image fine très faible, un peu au-dessus du spectre du noyau.	L'autre composante du doublet.
3966..	Condensation très faible.	Non identifiée. Observée dans la comète Morehouse à λ 3969.
3914..	Image fine très faible, un peu au-dessus du spectre du noyau.	Tête de la bande caractéristique du spectre cathodique de l'azote à λ 3914 se trouvant dans le spectre de la queue seulement.
3882..	Tête de la condensation intense.	1re tête du 3e groupe du cyanogène à λ 3884.
385...	Fin de la condensation.	Dernière tête de ce groupe à λ 385.

Il est intéressant de faire remarquer les différences profondes qui existent entre le spectre de la comète Kiess et les spectres de certaines comètes que nous avons étudiés dans ces dernières années. La comète Kiess ne présente pas de spectre continu sensible dans les conditions où nous avons opéré, tandis que la comète de Johannesburg (1910 *a*), au contraire, donnait surtout un spectre continu avec des condensations peu marquées. La différence est encore plus frappante entre la comète Kiess et la comète Morehouse (1908 *c*). Dans le spectre de cette dernière comète les images monochromatiques les plus intenses se présentaient sons forme de doublets que le Prof. Fowler a pu reproduire récemment avec quelques composés gazeux du carbone aux basses pressions. Le spectre cathodique de l'azote était aussi représenté, et l'une de ses bandes (λ3914) était même très intense. Mais ces gaz, ainsi que nous l'avons indiqué [1], sont propres à la queue des comètes. Dans le cas de la comète Morehouse, les gaz de la queue donnaient aussi un spectre du noyau, tandis que dans la comète Kiess on ne les trouve pas dans le noyau, on en aperçoit seulement des traces au commencement de la queue. On peut expliquer cette différence en supposant que la décomposition du cyanogène était très active dans la comète Morehouse et que les gaz, en se dégageant, entouraient la tête, d'où la présence des spectres de Fowler et de l'azote aussi bien dans le noyau que dans la queue. Au contraire, dans la comète Kiess, la décomposition du cyanogène est plus lente, les gaz provenant de la décomposition ne s'échappent qu'à l'arrière, par rapport au Soleil, en donnant naissance à la queue très fine et très faible dont nous avons parlé; dans ce cas, les gaz n'entourent pas le noyau et l'on ne retrouve plus les spectres de Fowler et de l'azote dans ce noyau.

Ajoutons que les radiations diffuses et faibles observées à λ406 et λ404 se retrouvent dans la comète Morehouse sous forme d'une bande comprise entre λ407 et λ402, et peut-être aussi dans la comète 1902 *b* à λ409; elles sont d'origine inconnue.

Nous sommes heureux de remercier M. C. Flammarion de nous avoir autorisé à monter nos instruments sur l'équatorial de son observatoire à Juvisy et nous adressons aussi nos remercîments à M. F. Quénisset qui a collaboré à l'obtention des clichés.

---

(1) *Comptes rendus*, 22 mars 1909.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques généralisations d'un théorème de Weierstrass.* Note de M. **Michel Fekete**, transmise par M. Émile Picard.

1. Soit une suite indéfinie de fonctions analytiques,

$$f_1(s),\quad f_2(s),\quad \ldots,\quad f_k(s),\quad \ldots \tag{1}$$

développables en séries de Dirichlet de la forme

$$\sum_{n=1}^{\infty} a_n^{(k)} e^{-\lambda_n s} \qquad (k=1,\,2,\,\ldots) \tag{2}$$

convergentes pour $R(s) > \alpha$, les λ satisfaisant aux conditions de M. Schnee

$$\limsup \frac{\log n}{\lambda_n} = l < \infty; \qquad \frac{\lambda}{\lambda_{n+1}-\lambda_n} = O(e^{\lambda_n(l+\delta)}).$$

On a le théorème suivant :

I. *Si la suite* (1) *converge uniformément pour* $R(s) > \alpha$ *sa limite* $F(s)$ *représente une fonction analytique qui peut être développée en une série de Dirichlet* $\sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s}$, *convergente pour* $R(s) > \alpha$, *où*

$$a_n = \lim_{k=\infty} a_n^{(k)} \qquad (n=1,\,2,\,\ldots).$$

Ce théorème comprend comme cas particulier le théorème de Weierstrass [1] concernant les suites des séries entières.

Il se démontre en partant d'une formule de M. Schnee [2] qui nous donne pour $\beta > \alpha$

$$a_n^{(k)} = \lim_{\omega=\infty} \int_{-\omega}^{+\omega} f_k(\beta+ti)\, e^{\lambda_n(\beta+ti)}\, dt \qquad (n=1,\,2,\,\ldots).$$

En effet, on en déduit pour d'assez grandes valeurs de k l'inégalité

$$|a_n^{(k)} - a_n^{(k+p)}| \leqq e^{-\lambda_n\beta}\, \Delta_{k,p},$$

---

(1) *Abhandlungen aus der Funktionenlehre*, 1886, p. 73.

(2) Landau, *Handbuch der Lehre von der Verteilung der Primzahlen*, t. II, p. 788.

$\Delta_{k,p}$ désignant le maximum de $|f_k(s) - f_{k+p}(s)|$ sur la droite $R(s) = \beta$ qui s'annule avec $\frac{1}{k}$ uniformément pour tout entier positif p. Il en résulte l'existence de la limite $\lim\limits_{k=\infty} a_n^{(k)} = a_n$.

On se convaincra alors aisément que la série $\sum\limits_{n=1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s}$ est absolument convergente pour $R(s) > \alpha + l$ et sa somme est égale à $F(s) = \lim\limits_{k=\infty} f_k(s)$.

On établit la convergence de cette série même pour $R(s) > \alpha$ à l'aide d'un théorème de M. Schnee, applicable à la différence $F_k(s) = F(s) - f_k(s)$ pour d'assez grandes valeurs de k.

2. En reprenant les hypothèses et les notations adoptées au début du numéro précédent, supposons que la suite (1) soit pour $R(s) > \alpha$ uniformément bornée, c'est-à-dire que les modules des fonctions $f_n(s)$ restent, quel que soit k, bornés pour $R(s) > \alpha$; supposons de plus que la suite (1) converge en une infinité de points de ce domaine ayant au moins un point limite intérieur au domaine $R(s) > \alpha + l$.

II. Dans ces conditions *la suite $f_k(s)$ converge uniformément dans le demi-plan $R(s) > \alpha + l$ et dans toute aire finie intérieure à la bande $\alpha \leqq R(s) \leqq \alpha + l$ vers une fonction limite $F(s)$, développable en une série de Dirichlet $\sum\limits_{n=1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s}$ qui converge pour $R(s) > \alpha$, les a étant donnés par les égalités*

$$a_n = \lim_{k=\infty} a_n^{(k)} \qquad (n = 1, 2, \ldots).$$

Cette proposition, généralisation d'un théorème de M. Vitali [1], comprend comme cas particulier notre généralisation du théorème de Weierstrass. Sa démonstration repose sur le lemme suivant [2] :

Si l'on a une suite indéfinie de fonctions uniformément bornées et développables en séries de Dirichlet de la forme (2), convergentes dans le demi-plan $R(s) > \alpha$, on peut extraire de cette suite une suite nouvelle convergeant uniformément dans le domaine $R(s) > \alpha + l$ vers une fonction limite, développable ici en une série de Dirichlet de la forme (2) absolument convergente.

On déduit immédiatement de ce lemme la convergence uniforme de la suite (1) pour

(1) *Sopra le serie di funzioni analitiche* (*Rendic. del R. Ist. Lombardo*, 2e série, t. XXXVI).

(2) Ce lemme est une généralisation d'une proposition due à M. Montel (*Leçons sur les séries de polynomes*, p. 21).

$R(s) > \alpha + l$, la fonction limite $F(s)$ étant ici développable en une série $\sum_{n=1}^{\infty} a_n e^{-\lambda_n s}$ absolument convergente. L'existence et l'holomorphie de $F(s)$ dans la bande $\alpha < R(s) \leqq \alpha + l$ se démontrent à l'aide d'un théorème de Stieltjes (¹). Enfin, on conclut la convergence de la série $\Sigma a_n e^{-\lambda_n s}$ dans cette bande du théorème de M. Schnee cité ci-dessus, applicable à la fonction $F(s)$ bornée pour $R(s) > \alpha$.

3. En me servant d'un théorème de M. Landau (²) et de la proposition du numéro précédent j'ai démontré le théorème suivant :

III. *Supposons que, dans le demi-plan* $R(s) > \alpha$, *les équations*

$$f_k(s) = \alpha_k, \qquad f_k(s) = \beta_k$$

n'ont pas de racine, les α_k *et* β_k *satisfaisant aux conditions*

$$|\alpha_k| < \gamma, \qquad |\beta_k| < \gamma, \qquad |\alpha_k - \beta_k| > \frac{1}{\gamma},$$

pour une certaine constante γ. *Admettons de plus que la suite* (1) *converge en une infinité de points du domaine* $R(s) > \alpha$ *ayant au moins un point limite intérieur au domaine* $R(s) > \alpha + l$ *et qu'elle est uniformément bornée sur une droite* (³) $R(s) = \sigma_0$ *pour* $\sigma_0 > \alpha$. *Ces conditions étant remplies, la suite* (1) *converge uniformément dans toute aire finie intérieure au demi-plan* $R(s) > \alpha$ *et sa fonction limite est développable en une série de Dirichlet de la forme* (2) *convergente dans ce domaine.*

Ce théorème est une généralisation des énoncés I et II et il implique (dans sa forme plus générale signalée dans la Note ci-dessous) un théorème sur les séries entières démontré par MM. Carathéodory et Landau (⁴).

(¹) *Correspondance d'Hermite et de Stieltjes*, t. II, p. 368-370.

(²) H. Bohr und E. Landau, *Ueber das Verhalten von* $\zeta(s)$ *und* $\zeta_k(s)$ *in der Nähe der Geraden* $\sigma = 1$ (*Göttinger Nachrichten*, 1910, p. 309-310).

(³) Notre théorème subsiste encore, si l'on ne suppose que la suite (1) est uniformément bornée en une infinité de points de la droite $R(s) = \sigma_0$, les distances des points successifs ayant une limite supérieure finie.

(⁴) *Beiträge zur Konvergenz von Funktionenfolgen* (*Sitzungsberichte der kön. preussischen Akad. d. Wissenschaften*, t. XXVI, 1911, p. 601).

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Méthode pour l'étude expérimentale de l'amortissement des oscillations de certains systèmes en mouvement dans un fluide.* Note [1] de M. **Georges de Bothezat**, présentée par M. P. Appell.

Dans l'étude des petites oscillations d'un solide autour d'un mouvement de translation dans un fluide, deux catégories de couples doivent être distingués : ceux qui sont fonctions des paramètres qui définissent la déviation angulaire du solide à partir de son orientation moyenne et ceux qui sont fonctions des dérivées de ces paramètres. Ces derniers couples sont généralement désignés par *couples d'amortissements.*

La méthode dont l'exposé suit permet de faire une étude expérimentale complète du couple d'amortissement pour le cas particulier d'un plan mince en mouvement de translation rectiligne dans un fluide, ayant un plan de symétrie parallèle à sa vitesse et faiblement incliné sur cette dernière. Ce cas, quoique très particulier, se rencontre dans de nombreux problèmes d'un grand intérêt pratique.

Certaines considérations théoriques [2] font prévoir que, dans le cas particulier envisagé, le couple d'amortissement est dans une première approximation de la forme

$$a V \omega \tag{1}$$

où V est la vitesse de translation rectiligne du plan mince, ω sa vitesse angulaire instantanée et a la constante d'amortissement [3].

L'étude expérimentale du couple d'amortissement doit avoir pour but de vérifier la formule (1).

Exposé de la méthode. — Le dispositif expérimental est constitué par l'ensemble de deux plans minces identiques A_1 et A_2, invariablement reliés à un fléau 2L capable d'osciller sur un couteau C. Un contrepoids p_1, mobile sur une tige tt' invariablement liée au fléau 2L, permet d'effectuer des déplacements du centre de gravité du système

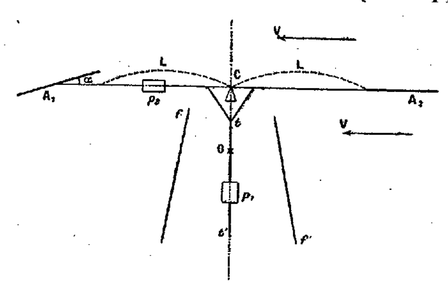
---

(1) Présentée dans la séance du 31 juillet 1911.

(2) Voir à ce sujet : Georges de Bothezat, *Étude de la stabilité de l'aéroplane*. Thèse présentée à la Faculté des Sciences, p. 35, § 13. Cet Ouvrage sera dans la suite cité : *Stabilité de l'aéroplane*.

(3) Il est à noter que la formule (1) est établie dans l'hypothèse de ωH petit devant V mais de l'ordre de Vi, H étant la distance moyenne du plan mince à l'axe d'oscillation et i son angle d'attaque.

suivant la verticale. Tout le système dans son orientation moyenne est symétrique par rapport au plan vertical normal au fléau en son milieu. Ce système expérimental est exposé dans un courant d'air horizontal et régulier de vitesse V, la partie inférieure du système étant protégée par un fourreau ff' contre les réactions de l'air. Si l'on donne un petit écart au système à partir de son orientation moyenne les réactions de l'air sur les plans minces A_1 et A_2 donneront un moment par rapport à C. Mais si l'on a



soin de donner à A_1, par exemple, une petite inclinaison α sur A_2 et de disposer en p_2 un poids capable de contrebalancer le moment des réactions de l'air sur A_1, pour l'orientation moyenne du système, on pourra toujours faire en sorte que le moment par rapport à C des réactions de l'air sur A_1 et A_2 soit toujours nul, pour toutes les petites déviations du système à partir de son orientation moyenne (¹). Cette inclinaison α sera déterminée expérimentalement. Ce réglage effectué on donnera une impulsion au système qui se mettra alors à osciller.

Dans les conditions d'expérience où nous nous sommes placés, le système des forces extérieures agissant sur le système expérimental se ramène au poids P du système et au couple d'amortissement. On verra par conséquent aisément que les petites oscillations du système sont définies par l'équation

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} + 2\varepsilon\frac{d\psi}{dt} + n^2 = 0,$$

ou l'on a posé

$$\frac{aV}{I} = \varepsilon, \qquad \frac{Pl}{I} = n^2,$$

I étant le moment d'inertie du système par rapport à l'axe d'oscillation et l la distance à cet axe du centre de gravité G du système.

Soient N le nombre d'oscillations simples du système expérimental en l'unité de temps et d le décrément logarithmique. Alors, comme il est bien connu, on a

$$N = \frac{n'}{\pi}, \qquad d = \frac{\varepsilon\pi}{n'} \qquad \text{avec} \qquad n' = \sqrt{n^2 - \varepsilon^2},$$

et l'on déduira aisément que

$$(2) \qquad a = \frac{Pl}{V}\,\frac{d}{N(d^2 + \pi^2)}.$$

(¹) Pour l'établissement général d'une telle possibilité consulter *Stabilité de l'aéroplane* (Chap. III, p. 68).

La connaissance des grandeurs N, d, l, P, V, qui sont d'une observation expérimentale directe, permet donc d'estimer la valeur de a.

Pour vérifier la proportionnalité du couple d'amortissement à V, on vérifiera la constance de a pour différentes valeurs de la vitesse du courant d'air.

Pour vérifier la proportionnalité du couple d'amortissement à ω, on vérifiera la constance de a pour différentes positions du contrepoids p_1, ce qui fera parcourir à ω différents systèmes de valeurs.

Enfin, on examinera la dépendance de la constante d'amortissement a de l'aire du plan mince et de son éloignement de l'axe d'oscillation.

Pour ne citer qu'un exemple de l'intérêt que présente l'étude du couple d'amortissement, je dirai qu'actuellement la constante d'amortissement est la seule donnée expérimentale qui fait défaut, pour permettre le calcul complet des dimensions d'un aéroplane les plus favorables à sa stabilité (1).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le glucoside des feuilles de poirier, sa présence dans les feuilles des diverses variétés ; sa recherche dans le tronc et la racine.* Note de M. **Em. Bourquelot** et Mlle **A. Fichtenholz.**

Dans un travail publié en juillet 1910 (2), nous avons établi l'existence de l'arbutine vraie, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}OC^6H^{11}O^5\\OH\end{matrix}\right.$, dans les feuilles de trois variétés cultivées de poirier : *Louise-Bonne d'Avranches*, *Madeleine*, et *Carisi à gros fruits*, le glucoside ayant été extrait de la dernière de ces variétés.

Rappelons que l'arbutine vraie, qui était obtenue, pour la première fois, à l'état de pureté, présente, entre autres propriétés, les deux suivantes qui sont les plus importantes au point de vue de son identification : elle est lévogyre et son pouvoir rotatoire α_D est égal à $-60^\circ,38$ (cristaux desséchés à l'air) ; elle est hydrolysée par l'émulsine avec production de glucose et d'hydroquinone, de telle sorte que, pour un retour à droite de 1° ($l=2$), la quantité de produits réducteurs formés dans 100^{cm^3}, exprimée en glucose, atteint de 690^{mg} à 710^{mg}, suivant les conditions des dosages (indice de réduction enzymolytique de l'arbutine) (3).

(1) Voir à ce sujet *Stabilité de l'aéroplane*, p. 161, § 62, où la marche à suivre pour un tel calcul se trouve indiquée.

(2) *Sur la présence d'un glucoside dans les feuilles de poirier et sur son extraction* (*Comptes rendus*, t. 151, 4 juillet 1910, p. 81).

(3) Em. Bourquelot, *Nouvelle contribution à la méthode biochimique de recherche,*

Pour compléter ce travail, nous avons effectué de nouvelles recherches dans le but de savoir si l'arbutine existe dans les feuilles de toutes les variétés de poiriers (*Pirus communis*) (1) et si on la retrouve dans les autres organes.

Recherche de l'arbutine dans les feuilles. — Nous nous sommes adressés, pour étudier la première de ces questions, à quatre nouvelles variétés : *Poirier sauvage* ou *spontané*, *Bon Chrétien Williams*, *Beurré d'Arenberg* et *Beurré magnifique*. Les feuilles fraîches de ces variétés, cueillies en mai et juin, ont d'abord été soumises à l'essai biochimique (étude de l'action de l'invertine et de l'émulsine). On a suivi pour cela la marche décrite dans notre première Note (p. 82). Par conséquent les extraits liquides obtenus en reprenant les extraits alcooliques par l'eau thymolée ont été soumis successivement à l'action des deux ferments, et 100^{cm^3} de ces extraits représentaient 100^g de feuilles fraîches.

Nous ne reproduisons ici que les résultats intéressant l'action de l'émulsine, c'est-à-dire relatifs à l'existence, dans les feuilles, d'un glucoside hydrolysable par ce ferment (2), existence qui est révélée par un retour à droite de la rotation polarimétrique primitive. L'expérience a, d'ailleurs, été prolongée jusqu'au moment où le ferment a cessé son action.

	Retour à droite sous l'action de l'émulsine ($l = 2$).	Indice de réduction enzymolytique (moyenne).
Poirier sauvage	296′	707
Bon Chrétien Williams	292	663
Beurré magnifique	189	667
Beurré d'Arenberg	178	677

Les résultats consignés dans la première colonne établissent la présence d'un glucoside dans toutes les feuilles essayées, et ceux qui sont consignés dans la seconde permettent de supposer que ce glucoside est, comme celui des feuilles étudiées dans notre premier travail, de l'arbutine vraie.

---

dans les végétaux, des glucosides hydrolysables par l'émulsine (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. II, 1910, p. 241).

(1) Elle n'existe pas dans les feuilles des espèces qui ont été autrefois rapportées au genre *Pirus* : *Cydonia*, *Malus*, *Sorbus* (E. Bourquelot et A. Fichtenholz, *Journ. de Pharm. et de Chim.*, 7e série, t. III, 1910, p. 5).

(2) Les détails des opérations seront donnés dans un autre Recueil.

Pour lever tous les doutes à cet égard, nous avons cherché à extraire, afin de l'étudier, le glucoside des feuilles de deux des variétés : *Poirier sauvage* et *Beurré magnifique*, en opérant, pour la première variété, sur 1700^g de feuilles fraîches et, pour la seconde, sur 500^g.

Les opérations ont été conduites selon le procédé décrit pour les feuilles de la variété *Carisi* (*loc. cit.*, p. 83). Elles ont parfaitement réussi.

1° Les feuilles fraîches de *Poirier sauvage* nous ont donné 23^g,50 (1,38 pour 100) de cristaux présentant toutes les propriétés de l'arbutine vraie. Le pouvoir rotatoire du produit, simplement desséché à l'air, a été trouvé, pour un échantillon, égal à — 59°,43 et pour un autre à — 60°,29. L'indice de réduction du premier échantillon était de 712 et celui du second de 716.

2° Avec les feuilles de *Beurré magnifique*, on a obtenu 4^g à 5^g (1 pour 100) de cristaux identiques aux précédents : Pouvoir rotatoire $\alpha_D = -60°,11$; indice de réduction = 709.

On peut donc, semble-t-il, conclure de ces résultats et de ceux qui ont été publiés en 1910, sans même qu'il soit nécessaire de procéder à l'analyse d'autres variétés, que les feuilles de toutes les variétés du genre *Pirus* (genre actuel) renferment de l'arbutine vraie. Nos expériences montrent d'ailleurs que ce glucoside se trouve dans certaines variétés en aussi forte proportion que dans les plantes dont on a retiré jusqu'à présent l'arbutine commerciale.

Ce point établi, il restait à rechercher si l'arbutine se retrouve dans les autres organes du poirier.

Recherche de l'arbutine dans le tronc et la racine du poirier. — On a opéré : 1° sur les extrémités de rameaux en hibernation et couverts de bourgeons (*Beurré magnifique*, 20 à 25 jours après la chute des feuilles, 25 novembre); 2° sur l'écorce de branches en pleine végétation (*Carisi*, 11 juin); 3° sur l'écorce de racine (Poirier sauvage, 15 juin). Tous ces organes ont été soumis, à l'état frais, à l'essai biochimique, qui a donné les résultats suivants :

	Retour à droite sous l'action de l'émulsine ($l = 2$).	Indice (moyenne).
Extrémités des rameaux......	120′	739
Écorce des branches.........	68′	383
Écorce de racine............	39′	270

Pour les rameaux, l'interprétation est facile ; l'indice de réduction nous indique qu'il doivent renfermer de l'arbutine vraie.

Pour les deux autres organes, tout ce qu'il était permis de supposer à l'examen des résultats, et en raison du faible indice trouvé, c'est qu'ils renfermaient un glucoside différent de l'arbutine, celle-ci pouvant encore exister en faible proportion. L'obtention de ces glucosides était, seule, capable de nous renseigner à ce sujet; aussi avons-nous essayé de les isoler en opérant, d'une part, sur 650^g d'écorce de branche de *Carisi* et, d'autre part, sur 1350^g d'écorce de racine de *Poirier sauvage*.

Nous n'avons pu isoler le glucoside à faible indice de réduction, mais nous avons obtenu de l'arbutine : 1^g environ dans le premier cas et un peu plus de 0^g,20 dans le second.

Ces principes ayant été obtenus à l'état pur, leur identification a été facile. Ainsi on a trouvé, pour le pouvoir rotatoire du glucoside des branches, $-60°,24$ avec un indice de 714 et, pour le pouvoir rotatoire du glucoside de la racine, $-59°,11$ avec un indice de 699.

Ainsi donc, nous avons réussi à démontrer l'existence de l'arbutine vraie dans les feuilles, dans les extrémités des rameaux, dans l'écorce des branches et dans l'écorce des racines de poirier, le glucoside ayant presque disparu dans ces derniers organes. Nous avons établi d'autre part (¹) que les feuilles de pommier ne renferment même pas de glucoside hydrolysable par l'émulsine. C'est là une particularité digne d'attention, surtout si l'on réfléchit que tous les organes du pommier renferment de la phloridzine et que la présence de ce dernier glucoside dans les mêmes organes du poirier est indiquée dans les Traités. Peut-être y a-t-il là matière à revision.

ZOOLOGIE. — *Les Suidés sauvages et domestiques de la Sardaigne et de la Corse*. Note de MM. **E.-L. Trouessart** et **E.-G. Dehaut**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les deux grandes îles voisines de la Méditerranée, la Sardaigne et la Corse, présentent une faune qui, sous beaucoup de rapports, se rapproche de celles du nord de l'Afrique et même de l'Asie-Mineure, et qu'on doit considérer comme un reste d'un état de choses remontant à l'époque quaternaire. La présence du Mouflon (*Ovis musimon*), celle du Chat ganté (*Felis*

(¹) Em. Bourquelot et A. Fichtenholz, *Nouvelles recherches sur le glucoside des feuilles de poirier; son rôle dans la production des teintes automnales de ces organes* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 1re série, t. III, 1911, p. 5).

ocreata), souche de notre Chat domestique, suffiraient à caractériser la faune sauvage. M. Conrad Keller a montré récemment (¹) que les animaux domestiques de ces îles méritaient également une étude approfondie.

A la suite de plusieurs explorations dans ces îles, l'un de nous (M. Dehaut) a rapporté de nombreux spécimens de Mammifères, qui manquaient à nos collections nationales, et qui permettront notamment de compléter l'étude des Suidés de ces deux îles qui avaient déjà appelé l'attention de Cetti, de Strobel et de Forsyth Major.

Le « Cochon domestique de Sardaigne » a été décrit et représenté par Cetti, dès le XVIIIe siècle, comme fort différent de nos races européennes.

Les deux spécimens, qui figureront bientôt à la galerie de Zoologie du Muséum, correspondent bien à la description de cet ancien naturaliste. Ils sont remarquables par leurs oreilles dressées, couvertes de longues soies bouclées, par leur crinière hérissée de poils « durs comme du fer », suivant l'expression de Cetti, à laquelle fait suite, sur la région lombaire, un fort tourbillon de soies du plus singulier effet, par leur queue tombante à longs crins comme celle d'un Cheval ou d'un Yack. La coloration blanchâtre est relevée de larges taches foncées, noires chez la femelle, rousses chez le mâle.

Le professeur Keller (*loc. cit.*, p. 107-108) admet que les Sangliers de Sardaigne (*Sus scrofa sardous* Strobel; *Sus meridionalis* F.-Major) descendent des Cochons domestiques de cette île. Il est difficile d'affirmer que cette opinion est fondée : cependant on n'a pas encore trouvé, en Sardaigne, de débris fossiles du genre *Sus*. Le *Sus scrofa sardous* se distingue du Sanglier de France par sa taille moindre : son pelage est d'un brun noirâtre, mais, de chaque côté de la tête, on voit une bandelette blanche qui rappelle celle qui a valu au Sanglier des îles Malaises le nom de *Sus vittatus* Müller et Schlegel. Sur les spécimens du Muséum, cette marque est plus accentuée chez la femelle que chez le mâle. Quant à la livrée du jeune, elle ne diffère pas sensiblement de celle du Marcassin d'Europe.

Le *Sanglier de Corse* ne nous est connu que par un seul spécimen. Ses caractères extérieurs le rapprochent du Sanglier de Sardaigne : il présente notamment une indication assez nette de la bande blanche latérale du museau.

Le *Cochon domestique de Corse* ressemble encore plus au Cochon de Sardaigne, sauf que son mélanisme est parfait. Son pelage semble d'un noir

(¹) CONRAD KELLER, *Die Abstammung der ältesten Haustiere*, Zurich, 1902.

intense, bien qu'en l'examinant de plus près on puisse constater que le sommet des poils est brun; mais la coloration brune forme seulement une ligne plus claire le long de l'épine dorsale.

Une série de dix crânes nous permet d'indiquer les caractères ostéologiques de ces différentes races. Le crâne du Cochon sarde est plus élevé en arrière que celui du Sanglier de cette même île; il est plus large et la face est moins allongée. Les crânes du Cochon et du Sanglier corses, au contraire, ne présentent pas entre eux, sous ce rapport, de différences appréciables. Il est difficile d'attribuer une grande importance à la moindre longueur de l'os lacrymal chez le Sanglier de Sardaigne comparé à celui de France, tant la différence est légère. Ainsi que Strobel l'a montré, le Sanglier de France est intermédiaire, sous ce rapport, entre le Sanglier d'Allemagne à lacrymal plus allongé et celui de Sardaigne. Par contre, on trouve un lacrymal remarquable par son allongement sur un crâne de Sanglier d'Algérie de la collection d'Anatomie comparée du Muséum.

Les os lacrymaux des Cochons sardes ressemblent à ceux des Sangliers du même pays (*S. scrofa sardous*). Chez les mêmes animaux de Corse, ils paraissent un peu plus allongés, mais ce caractère est peu apparent.

La denture présente les particularités suivantes : à la mâchoire supérieure, chez le Sanglier de Corse (en ne considérant que la partie correspondant aux molaires et prémolaires), les arcades sont droites, parallèles à la suture des apophyses palatines des maxillaires supérieurs. Chez le Cochon de Corse, elles sont très légèrement concaves en dedans. Chez le Sanglier de Sardaigne, elles sont droites, parallèles à la suture des apophyses palatines des maxillaires. La même disposition se retrouve chez deux sujets, mâle et femelle, de race domestique sarde; mais chez une autre femelle du même pays, les arcades dentaires sont très légèrement concaves en dehors, et le palais est un peu élargi au niveau des prémolaires. Il est possible que cette femelle ne soit pas de race pure.

Le crâne d'un métis de Cochon de race sarde et de Cochon continental, provenant du marché de Cagliari, présente des caractères très particuliers : l'occiput est beaucoup plus élevé que sur les autres crânes, de sorte que le profil supérieur de la tête est franchement concave; les lacrymaux sont presque carrés comme chez le Cochon de Siam; enfin les arcades dentaires sont beaucoup plus écartées en avant qu'en arrière, de sorte que le palais est très élargi dans sa partie antérieure.

Un travail plus étendu, actuellement sous presse, donnera la figure de ces différents crânes et permettra de mieux juger des caractères qui les distinguent.

ZOOLOGIE. — *Sur divers parasites de Copépodes pélagiques observés par M. Apstein.* Note de M. **Édouard Chatton**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Apstein vient de publier (*Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen*, *Biol. Abt.*, n° 19, juillet 1911, p. 207-223), un court Mémoire où il décrit sommairement, en plus d'un Cysticercoïde, de trois Distomes et d'un Nématode, une vingtaine de Protistes parasites de *Calanus finmarchicus* et de quelques autres Copépodes de la Mer du Nord et de la Baltique méridionale.

L'auteur ne désigne ces organismes que par des numéros d'ordre, car il n'a pas pris la peine d'élucider leur nature et de chercher, par les moyens bibliographiques usuels, à établir leur identité. Le savant professeur de Kiel s'est reposé sur cette affirmation contenue dans le livre de vulgarisation de Steuer (*Planktonkunde*, 1910, p. 616), que nos connaissances sur les parasites des animaux pélagiques se réduisent à néant : « Bisher ist über dieses Gebiet soviel wie gar nichts bekannt ». Cette affirmation, reproduite par un spécialiste dont le nom fait autorité dans la science du Plankton, pourrait s'accréditer si l'on ne démontrait qu'elle est le fait d'une méconnaissance de la littérature.

Parmi ceux des parasites qui sont décrits par Apstein d'une manière suffisante, nous pouvons reconnaître un certain nombre de formes dont l'identité est bien établie au moins génériquement, et dont le cycle évolutif a déjà donné lieu à des recherches précises.

Ainsi le parasite n° 1 (p. 207-210) qui habite le tube digestif de *Calanus*, *Pseudocalanus* et *Paracalanus* (sp. ?) où il est commun, et celui de *Centropages* (sp. ?) et d'*Acartia clausi*, où il est rare, est un Péridinien du genre *Blastodinium* Chatton. C'est une espèce très voisine du *Blastodinium Pruvoti* Ch. (*Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 981-983, fig.) et surtout de *B. contortum* Ch. (*Bull. Soc. zool. France*, t. XXXIII, 1908, p. 134-137, fig.) fréquents à Banyuls-sur-Mer, le premier chez *Clausocalanus arcuicornis* Dana et *C. furcatus* G. Brady, le second chez ces mêmes Copépodes et chez *Paracalanus parvus* Claus. Dans le Mémoire que j'achève, en ce moment, sur les Péridiniens parasites, je lui ai réservé le nom de *B. hyalinum*, n. sp.

Apstein est muet sur la nature et les affinités de ce parasite. Il n'en a pas observé les spores gymnodiniennes qui prouvent sa nature de Dinoflagellé. Il a méconnu le mode si particulier de formation de ces spores par

poussées successives à partir d'une même cellule initiale, mode qui se retrouve aussi chez les *Apodinium*, autres Péridiniens parasites des Appendiculaires (*Comptes rendus*, t. 144, 1907, p. 282-285, fig.). Ses figures ne rendent pas compte de la structure des individus en sporogenèse, car les coques emboîtées séparant les unes des autres les générations de spores ont été omises. C'est une illusion que l'existence de nombreux petits noyaux dans les jeunes individus, chez lesquels nous avons mis en évidence, ainsi que dans tous les éléments du parasite, quel que soit leur âge, deux très gros noyaux à nombreux chromosomes filamenteux, semblables à ceux de tous les Péridiniens (voir aussi *B. Pruvoti*, *loc. cit.*). Ajoutons que l'hypothèse, toute gratuite, d'une alternance d'hôte et de génération est en même temps superflue.

Il ne semble pas qu'Apstein ait observé les Péridiniens parasites du cœlome des Copépodes pélagiques, les *Syndinium* Ch., communs en Méditerranée chez *Paracalanus parvus* Cl. et *Corycœus elongatus* Cl., où, après avoir traversé la paroi digestive, ils se développent en un plasmode qui remplit en peu de temps la cavité générale et s'y résout en d'innombrables dinospores (*Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 654). Toutefois, pourrait-on songer à rapporter à un *Syndinium* la description et la figure du parasite n° 4, (p. 213), si elles ne pouvaient s'appliquer aussi bien à cet autre Flagellé à développement plasmodial, parasite d'*Acartia clausi* Giesb. : *Paradinium Poucheti* Ch., observé dès 1890 à Concarneau, par Pouchet (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. XLII, p. 312), et dont nous avons pu étudier l'évolution complète à Banyuls-sur-Mer (*Comptes rendus Soc. Biol.*, t. LXIX, 1910, p. 341-342).

Quant à la présence de gros *Gymnodinium* (parasite n° 23, p. 221) dans les dépouilles de Copépodes, nous n'y voyons qu'un fait banal de nécrophagie, dont sont coutumiers Ciliés et Péridiniens.

C'est tout au voisinage des Péridiniens qu'on incline à classer aujourd'hui les ectoparasites tels que celui numéroté 19 (p. 220, *fig.* 19), dont le type est le genre *Ellobiopsis* Caullery, étudié par ce savant à Banyuls-sur-Mer (*VIIIe Congrès int. de Zoologie*, Gratz, août 1910, et *Bull. Sc. France-Belgique*, t. XLIV, 1910, p. 201-214, *Pl. I*), chez *Calanus finmarchicus var. helgolandicus* Claus, et vu aussi par Th. Scott sur les *Calanus finmarchicus* Günn. du Loch Fyne (15th *Ann. Rep. Fishery Board of Scotland for* 1896, p. 172, *Pl. III*, *fig.* 22). Ces organismes paraissent être nombreux en genres et en espèces. Coutière en a signalé plusieurs formes très curieuses, ectoparasites des Eucyphotes bathypélagiques (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 409).

Cépède reconnaîtra sans doute dans le parasite n° 13 l'Infusoire astome *Perezella pelagica* qu'il a étudié à Wimereux chez *Clausia elongata* Bœck, *Acartia Clausi* Giesbrecht et *Paracalanus parvus* Claus où il vit en compagnie de l'Holotriche *Uronema rabaudi* Cépède (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, t. XLIII, 1910, p. 447-454, *Pl. XIV*, *fig.* 75-83).

Outre ces organismes qui ont droit de cité dans la littérature des Protistes et dans celle du Plankton, il en est, signalés par Apstein et d'autres, qu'il ne paraît pas avoir rencontrés dans les mers septentrionales, mais qui sont communs en Méditerranée, dont l'étude détaillée fera de notre part l'objet de publications prochaines.

ENTOMOLOGIE. — *Nouvelles recherches biologiques sur les Guêpes solitaires d'Afrique : évolution, variation, perturbations démentielles de l'instinct maternel, sous l'influence de la disette. Prépondérance réelle des tendances individualistes sur les sentiments affectifs dans les manifestations apparentes du culte des jeunes chez les Vespides.* Note (¹) de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Comme complément à mes précédentes études sur les *Synagris* du Congo (²), j'ai suivi en Afrique occidentale (Dahomey et Soudan) les habitudes nidificatrices de différentes Guêpes solitaires : *Rhynchium anceps* Gribodo, *R. marginellum* L., *R. aureo-maculatum* Sauss., *Synagris calida* L., *Eumenes tinctor* Christ., *Odynerus tropicalis* (³) Sauss.

En considérant l'ensemble de ces espèces, on peut reconnaître que l'instinct maternel, chez les Guêpes solitaires africaines, admet quatre modalités principales d'éducation des jeunes, et non pas une seule comme chez les Guêpes européennes. Ce sont :

1° *L'approvisionnement accéléré*, banal, où les chenilles (comme chez les espèces européennes) sont amassées et murées dans la loge avant l'éclosion de l'œuf. (Tous les *Rhynchium*; *Synagris calida* et *Eumenes tinctor* en hivernage.)

(¹) Présentée dans la séance du 14 août 1911.

(²) *Comptes rendus*, n° 16, 1908, et *Annales Soc. entomol. France*, t. LXXIX, 1910.

(³) Je dois la détermination précise de ces différentes espèces à M. R. du Buysson, à qui j'exprime mes plus vifs remercîments.

2° *L'approvisionnement ralenti*, qui n'est achevé qu'à une époque plus ou moins tardive après l'éclosion de l'œuf, et où la guêpe assiste partiellement à la croissance de sa larve avant de la murer avec des provisions. (*Synagris calida*, *Eumenes tinctor* en saison sèche; *Synagris sicheliana* Sauss.)

3° *L'apport nourricier au jour le jour de chenilles entières*, où la guêpe sert à sa larve, une par une, les chenilles nécessaires jusqu'à la fin de sa croissance et la mure alors *sans provisions*. (*Odynerus tropicalis*.)

4° *L'apport nourricier au jour le jour de chenilles broyées* (*Synagris cornuta* L.).

Ces quatre modes représentent intégralement les quatre étapes fondamentales qui ont dû marquer l'évolution de l'instinct maternel, des Guêpes solitaires aux Guêpes sociales.

J'ai cherché, par des observations et quelques expériences sur les différentes espèces, à analyser la nature intime du sentiment maternel des Vespides solitaires. Le résultat de cet examen peut s'exprimer sous la forme des principes énoncés ci-après :

1° *Les différents actes qui concourent aux manifestations diverses de l'instinct maternel (construction, ponte et approvisionnement) ne sont pas fixés dans une succession absolument invariable, mais peuvent admettre dans leur succession même, comme dans leur mode, certaines variations volontaires et intelligentes.*

On peut en effet, en endommageant légèrement le nid d'une guêpe, faire réapparaître, au cours de la période d'approvisionnement, les facultés de construction ; la besogne d'apport des proies est momentanément suspendue pour la réfection des galeries. La *construction*, chez *Rhynchium anceps*, peut être remplacée par le simple *aménagement* d'anciennes galeries. Chez la même guêpe j'ai observé, en période de disette, l'*inversion* de l'ordre respectif de la ponte et de l'approvisionnement : l'insecte, si les chenilles sont rares (ce qui ralentirait l'approvisionnement), commence à les amasser avant de pondre; de la sorte les provisions peuvent être achevées avant l'éclosion de l'œuf.

On pourrait également citer de nombreuses variations dans la disposition et le mode de construction des nids, la recherche des matériaux et des chenilles suivant les circonstances, etc.

2° *L'instinct maternel peut évoluer chez certaines espèces vers un type supérieur, sous l'influence de conditions indépendantes de la volonté des femelles, telles que la disette.*

En hivernage, dans les régions où les chenilles sont abondantes ou de récolte facile,

Synagris calida, *Eumenes tinctor* approvisionnent leur nid suivant le type *accéléré*. L'œuf est muré avant son éclosion. En saison sèche au contraire, quand les proies deviennent rares, ces mêmes espèces n'approvisionnent plus que suivant le type *ralenti;* la larve éclôt, n'est murée que plus ou moins tard, et peut être ainsi surveillée par la mère.

Ces espèces donnent alors, *par nécessité*, l'apparence d'une sollicitude maternelle plus affinée, mais les facultés de discernement sont étrangères à ce perfectionnement apparent des habitudes éducatrices, imposé par les circonstances.

3° *L'instinct éducateur ne supporte pas de contrariétés dans ses manifestations.*

Si l'on endommage les parois d'une cellule où se trouve un œuf ou une larve, la guêpe mère sacrifie toujours impitoyablement sa progéniture et l'approvisionnement avant de réparer le nid. Si l'on place une larve d'*Eumenes tinctor* provenant d'une loge plus ancienne dans une cellule nouvellement construite, même vide, la guêpe mère expulse avec colère sa larve et la tue. Si l'on mure d'une très mince couche de terre l'entrée d'une loge où cette même Euménide vient de commencer son approvisionnement, la guêpe se hâte d'abandonner la cellule et la larve qu'elle renferme. Ces habitudes paraissent générales : le culte des jeunes, chez les Guêpes solitaires comme chez les Guêpes sociales, ne résiste pas à des perturbations brusques, même vénielles.

4° *L'influence prolongee de conditions mauvaises exerce, dans certains cas, sur l'instinct maternel, des perturbations radicales : cet instinct peut même sombrer complètement par dissociation démentielle des actes qui le satisfont.*

La plupart des espèces évitent par émigration les périodes de disette. Seul, *Eumenes tinctor* continue à nidifier au Soudan, dans les régions subdésertiques, en saison sèche. Les conditions absolument défavorables de disette qui caractérisent cette période entraînent alors d'intéressantes modifications dans les habitudes éducatrices de cette guêpe.

Le manque de chenilles détermine d'abord le ralentissement de l'approvisionnement. Pressées de pondre et ne pouvant satisfaire aux besoins de toutes leurs larves, les guêpes accumulent plusieurs œufs dans la même loge. La *pluralité des œufs* (de 2 à 5) dans chaque cellule devient la règle. Les jeunes larves s'entre-dévorent : il y a sacrifice de plusieurs éléments de la progéniture au profit d'un seul.

La difficulté de recherche des proies peut entraîner la *disparition complète des facultés d'approvisionnement*. Les guêpes abandonnent alors leurs œufs dans les loges ouvertes des voisines, ou construisent, uniquement pour pondre, des cellules qu'elles se hâtent de murer ensuite sans provisions.

Un véritable *affolement* de l'instinct maternel s'observe parfois. Certaines guêpes, après avoir évacué, sans les utiliser pour elles-mêmes, les provisions si péniblement amassées par d'autres dans les nids voisins, s'acharnent à murer, en même temps que leurs propres loges qui ne contiennent que des œufs ou de jeunes larves sans provi-

sions, celles vides ou non des guêpes voisines. La rupture prolongée de l'association habituelle entre les actes qui concourent à une même fin éducatrice entraîne le déséquilibre radical des facultés maternelles, qui ne s'emploient plus qu'à des actes anormaux, inutiles ou contraires à la vie de l'espèce.

5° *Le principe directeur des actes maternels relève beaucoup plus de tendances individualistes (moindre effort, satisfaction des besoins de ponte, etc.) que de véritables sentiments affectifs pour les jeunes.*

On a vu plus haut que l'instinct maternel ne se manifeste normalement que s'il ne demande point d'efforts dépassant une certaine mesure habituelle. Si le labeur imposé à la femelle est plus considérable, la progéniture est immédiatement sacrifiée : l'attachement aux jeunes ne prévaut pas contre la tranquillité de la mère.

Le travail de construction des nids, chez les espèces dont les femelles n'habitent point leurs cellules (*Eumenes tinctor*), apparaît comme imposé directement par les nécessités physiologiques de la ponte : les guêpes construisent souvent *uniquement pour détruire leurs œufs*. Chez les autres solitaires, dont les femelles habitent leurs nids, cette nécessité strictement individualiste se double de celle de se pourvoir d'un abri personnel. La construction des nids satisfait donc au moins autant les besoins de la mère que ceux des jeunes.

L'évolution de l'instinct d'approvisionnement vers le type nourricier au jour le jour, qui peut en imposer pour un perfectionnement de l'amour maternel, se conçoit mieux aussi comme relevant d'un accord entre les nécessités physiologiques de la ponte et les bénéfices du *moindre effort* maternel.

Chez les espèces à ponte abondante et rapide (*Eumenes tinctor*) l'approvisionnement accéléré est *obligatoire* sous peine de perturbations physiologiques (rétention des œufs) qui susciteront des troubles de l'instinct éducateur.

Chez les espèces où les pontes sont séparées par de larges périodes de repos, l'approvisionnement deviendra lent et discontinu si la mère est peu active ou parcimonieuse de ses efforts : ce mode d'approvisionnement avantage au moins autant la mère que les jeunes par *économie de travail*.

Pour conclure, l'instinct maternel des Guêpes solitaires apparaît comme la résultante d'un équilibre *actuel* entre diverses habitudes héréditaires commandées au moins en partie par des nécessités physiologiques chez les femelles. Cette association d'actes habituels d'origine individualiste n'exclut point totalement les facultés de discernement, mais leur rôle reste secondaire et impuissant à résister aux perturbations apportées au mécanisme de l'instinct.

Chez les Guêpes sociales, les mêmes faits peuvent être mis en évidence surtout chez les formes primitives [1] et d'une façon générale on peut dire

---

(1) E. ROUBAUD, *Évolution de l'instinct chez les Vespides. Aperçus biologiques sur les Guêpes sociales d'Afrique du genre Belonogaster* (*Comptes rendus*, 1911).

que, chez les *Vespides*, l'amour maternel n'est qu'une forme masquée des manifestations individualistes des mères et ne relève point, dans son essence, de déterminants issus d'un psychisme supérieur.

ZOOLOGIE. — *Sur le développement de* Maïa squinado *Latr.* Note de M. C. SCHLEGEL, présentée par M. Yves Delage.

Nous ne possédons encore que peu de connaissances précises permettant l'attribution des diverses formes larvaires de Brachyoures, qu'on rencontre dans le plankton, à des espèces définies de ces Crustacés. C'est pourquoi j'ai entrepris au Laboratoire de Roscoff des expériences d'élevage destinées à combler en partie cette lacune.

J'ai réussi cette année à mener jusqu'à la forme parfaite les larves de *Maïa squinado* Latr.

Au cours d'expériences analogues faites avec *Carcinus mœnas* Leach par Williamson (¹), cet auteur avait constaté chez le Crabe l'existence de *quatre* stades Zoé, durant au total *un mois*. Le développement de *Maïa* présente une accélération singulière, puisqu'il ne comporte que *deux* Zoés, et que l'ensemble de la vie larvaire dure 15 *ou* 16 *jours*.

L'histoire larvaire de *M. squinado* se résume ainsi qu'il suit:

Dans la nuit, l'œuf éclot. Il en sort une petite larve à caractères transitoires, appelée à tort *Protozoé;* ce n'est pas en effet un stade autonome du développement, puisque dès sa naissance la Protozoé contient déjà, toute fermée, la première Zoé, sous une fine membrane embryonnaire, dont tous les mouvements qu'elle fait n'ont pour but que de se débarrasser.

Cette forme provisoire dure au plus trois quarts d'heure, et au matin l'on ne trouve déjà presque plus que des *premières Zoés*. Ce stade est le vrai premier stade larvaire.

Dans la nuit du 4e au 5e jour, se produit la première mue et apparaît la *deuxième Zoé*.

Ces deux larves vivent à la surface de l'eau et ont un phototropisme positif intense.

Dans la nuit du 8e au 9e jour, a lieu la dernière mue de la phase Zoé, d'où naît une *Mégalope*. Celle-ci, encore phototropique, mais à un moindre

---

(¹) *Report of the Fishery Board for Scotland*, 1902.

degré, vit entre la surface et le fond et, à mesure qu'avance sa vie, se tient de plus en plus au fond. Ce stade dure une semaine environ et, dans la nuit du 15ᵉ au 16ᵉ ou du 16ᵉ au 17ᵉ jour, se produit la dernière mue larvaire.

Le premier stade *postlarvaire* qu'on observe alors possède tous les caractères de l'adulte, à part quelques détails infimes. Ces formes postlarvaires ont un phototropisme inverse de celui des précédentes et recherchent l'ombre.

Voici maintenant les principaux caractères de ces larves :

Stades Zoé. — Les Zoé de *M. squinado* sont de couleur vert olive, avec des irisations dues à l'épaisseur de la chitine des cristallins et du revêtement interne de l'estomac; ce caractère, joint à leur taille assez forte, les fait facilement reconnaître dans du plankton fraîchement pêché. Elles possèdent 4 aiguillons, un dorsal et un rostral, de $0^{mm},5$ environ chacun, et deux latéraux, très courts.

Au point de vue des appendices, voici leurs principales caractéristiques :

Première Zoé. — *Antennule* simple; *antenne* biramée; *mandibule* et *mâchoires* très primitives; *première et deuxième patte-mâchoire* natatoires, à endopodite à 5 articles et exopodite portant quatre grandes scies plumeuses géniculées; *troisième patte-mâchoire* à l'état de bourgeon bifide; *péréiopodes* et *pléopodes* à l'état de bourgeons inorganisés. *Telson* fourchu, portant de grandes scies. *Yeux* sessiles.

Deuxième Zoé. — Mêmes caractères, sauf que l'exopodite des *deux pattes natatoires* porte 6 scies, que le bourgeon du *premier péréiopode* est bifide, et que ceux des *pléopodes* s'allongent et présentent un début d'articulation. *Yeux* pédonculés.

Stade Mégalope. — La Mégalope est de couleur brune : sa carapace est bossuée en dessus et ne porte plus d'aiguillons, mais un *rostre* court, formé de trois dents obtuses, dont les deux externes sont dirigées horizontalement en avant, et la médiane vers le bas. Les *yeux* sont gros et pédonculés. Les *appendices céphalothoraciques* présentent, aux dimensions et aux proportions près, la même structure que ceux de l'adulte. Les pattes mâchoires ont perdu toute fonction motrice, et sont devenues uniquement masticatrices. Les *branchies* font leur apparition. L'*abdomen*, de 7 articles, porte, sur les anneaux 2 à 5, quatre paires de pléopodes formés chacun d'un article basilaire et d'un exopodite portant 10 scies plumeuses. Le septième article, trapézoïde, porte 2 bouquets de 5 scies.

La jeune *Maïa* qui naît de la Mégalope est de couleur jaune orange. Comme l'adulte, elle commence à couvrir son corps de toutes sortes d'objets étrangers, carapaces de Copépodes ou autres débris, qu'elle accroche aux tubercules de son dos. Elle ne diffère de lui que par l'absence d'orifices génitaux et par les proportions des différentes parties du corps; elle est notamment d'une forme plus élancée.

Pour terminer, voici un Tableau des trois principales dimensions, en millimètres, des larves aux différents stades :

	1re Zoé.	2e Zoé.	Mégalope.	1er stade postlarvaire.
Longueur du céphalothorax	1,1	1,2	1,7	1,8
Plus grande largeur du céphalothorax	0,8	0,8	1,0	1,5
Largeur oculaire (1)	1,0	1,1	1,3	1,4

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *Sur les intoxications par les venins de serpents.* Note (2) de M. MAURICE ARTHUS, présentée par M. A. Dastre.

La nature et la gravité des accidents consécutifs à la pénétration des venins de serpents dans l'organisme varient avec l'espèce et la quantité du venin inoculé, avec l'espèce de l'animal intoxiqué, avec la voie et la vitesse de pénétration du venin. Pour simplifier autant que possible, je ne rapporterai dans cette Note que des observations faites sur le lapin.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 1mg de venin de *Naja tripudians* en solution au millième, l'animal ne présente en général aucun accident manifeste pendant les 20 à 30 premières minutes qui suivent l'injection; après cette période d'incubation, apparaît une dyspnée progressivement croissante, conduisant à l'arrêt respiratoire et à la mort par asphyxie. L'analyse physiologique a permis de reconnaître qu'il s'agit là d'accidents équivalents aux accidents de curarisation.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 1mg de venin de *Crotalus adamanteus* en solution au millième, l'animal présente, de 30 à 60 secondes après l'injection, un malaise évident : il se couche sur le flanc; sa respiration s'accélère et parfois devient polypnéique. Ces phénomènes disparaissent bientôt; le lapin reprend l'apparence normale un quart d'heure après l'injection et survit sans présenter d'accidents. L'analyse physiologique a permis de reconnaître la production d'une chute importante de la pression artérielle, se produisant une demi-minute après l'injection, faisant tomber la pression aux deux tiers, quelquefois à la moitié de sa valeur normale, disparaissant progressivement en 10 à 15 minutes, et une incoagulabilité ou une notable diminution de la coagulabilité du sang. Avec des doses plus fortes, ces mêmes phénomènes se produisent augmentés en intensité et en durée, et, pour une dose suffisante, la guérison ne se produit plus : l'animal meurt une ou plusieurs heures après l'injection selon la dose injectée; l'analyse physiologique fait reconnaître une chute lente et progressive de la pression artérielle, conduisant l'animal à la mort.

Si l'on injecte dans les veines du lapin 1mg de venin de *Vipera Russellii* en solution

(1) J'appelle ainsi la plus grande largeur comprise entre les extrémités des deux yeux, dans la position la plus habituelle, dimension très constante chez ces formes à yeux très peu mobiles.

(2) Présentée dans la séance du 14 août 1911.

au millième, l'animal présente, quelques instants après l'injection, des convulsions violentes; sa respiration est profonde et dyspnéique; il pousse quelques cris aigus et meurt 2 ou 3 minutes après l'injection. L'examen du cadavre révèle la présence dans les gros troncs veineux et dans le cœur droit de volumineux caillots oblitérant complètement les cavités : l'animal est mort de coagulation intravasculaire.

Voici donc trois types d'accidents absolument distincts : curarisation, dépression, coagulation. Et pourtant l'étude méthodique des venins correspondants ne permet pas d'en faire trois catégories absolument distinctes, car il existe entre les divers venins des analogies incontestables.

Lorsqu'on injecte dans les veines du lapin le venin de *Naja tripudians* à la dose de 1^{mg} à 2^{mg}, on note, une demi-minute après l'injection, une chute modérée de la pression artérielle, une légère accélération respiratoire, une diminution de la coagulabilité du sang, comme on note ces mêmes accidents, fort exagérés d'ailleurs, dans l'envenimation par le *Crotalus adamanteus*. Lorsqu'on injecte dans les veines du lapin le venin de *Naja tripudians* à la dose de 4^{mg}, et lorsque, la curarisation se réalisant, on entretient la vie par la respiration artificielle, on note, après un temps compris le plus souvent entre 1 et 2 heures, une chute progressivement croissante de la pression conduisant l'animal à la mort, comme dans l'envenimation par le *Crotalus adamanteus*.

Le venin de *Crotalus adamanteus*, qui, à la dose de 1^{mg} à 2^{mg}, diminue la coagulabilité du sang, tue par coagulation intravasculaire, comme le venin de *Vipera Russellii*, à la dose de 5^{mg}.

Le venin de *Vipera Russellii* enfin, qui, à la dose de 1^{mg}, tue par coagulation intravasculaire, peut être injecté à cette même dose sans provoquer de thrombose, si l'injection est convenablement fractionnée : dans ce cas, on note la diminution de coagulabilité du sang et, si la dose est suffisante, la dépression mortelle qui caractérisent l'intoxication par le venin de *Crotalus adamanteus*.

Tous les venins possèdent-ils, comme le venin de *Naja tripudians*, la substance curarisante, qui donne à la cobraïsation sa caractéristique? Sans doute les animaux intoxiqués par les venins de *Crotalus adamanteus*, de *Vipera Russellii* etc. meurent sans présenter aucun des phénomènes de la curarisation, mais il se pourrait qu'une action curarisante minime fût masquée par les actions dépressives ou coagulantes, et ne se manifestât que dans le cas où l'animal aurait été sensibilisé à la curarisation par un artifice convenable. Or, en injectant des mélanges de venin de *Naja tripudians* et de divers autres venins, on peut reconnaître que les accidents de cobraïsation

(curarisation) évoluent plus rapidement, et de beaucoup, que si l'on avait simplement injecté le venin de *Naja tripudians* à la même dose.

Deux hypothèses se présentent pour interpréter ce résultat : ou bien les venins ajoutés contiennent une substance curarisante additionnant son action avec celle du venin de *Naja tripudians*, ou bien ces venins contiennent une substance favorisant le passage du venin de *Naja tripudians* à travers la paroi vasculaire et lui permettant ainsi d'atteindre plus rapidement les plaques terminales sensibles à son action et de se fixer plus abondamment sur elles. J'ai pu démontrer par des expériences délicates que la première hypothèse est à rejeter et que la seconde est à conserver. Ainsi se trouve démontrée une nouvelle propriété des venins (je l'appellerai provisoirement *pseudo-curarisante*), dont je ferai connaître ultérieurement tout l'intérêt.

Il semble ainsi que le pouvoir curarisant soit propre au venin de *Naja tripudians* (et des espèces voisines, *Naja bungarus* et *Bungarus cœruleus*) et qu'on puisse instituer deux classes de venins, ceux qui curarisent et ceux qui ne curarisent pas.

Cette division serait probablement artificielle, car il existe, entre les types de venins que j'ai notés ci-dessus, des venins intermédiaires faisant passage des uns aux autres.

Entre le venin de *Naja tripudians* et le venin de *Vipera Russellii*, je placerai le venin d'*Hoplocephalus curtus*. Comme le second, et à un bien plus haut degré que lui, il est coagulant; comme le premier, il possède une action curarisante incontestable. Entre le venin de *Naja tripudians* et le venin de *Crotalus adamenteus*, je placerai le venin de *Naja bungarus*. Comme le premier, il est curarisant et tue généralement par curarisation; pourtant, quand il est injecté à dose très voisine de la dose limite de curarisation, il tue par dépression, comme le second, sans avoir supprimé totalement la motricité. Entre le venin de *Crotalus adamenteus* et le venin de *Vipera Russellii*, je placerai le venin de *Lachesis lanceolatus*. Injecté à très faible dose, il diminue la coagulabilité du sang et provoque une dépression primaire comme le premier; injecté à dose plus élevée, il provoque une coagulation intravasculaire massive comme le second, quoiqu'à un moindre degré.

En résumé, les venins de serpents forment une série continue d'agents toxiques; les différentes manifestations de leur toxicité peuvent s'exalter ou s'atténuer parfois jusqu'à devenir insensibles, mais il est possible de trouver entre les termes extrêmes, et en apparence irréductibles, des intermédiaires établissant la continuité de la chaîne.

PATHOLOGIE. — *Cause déterminante de la « fièvre typhoïde du cheval » (influenza, grippe, pasteurellose; pferdestaupe; pink eye).* Note de M. J. **Basset**, présentée par M. A. Laveran.

Il s'agit d'une maladie qui existe dans le monde entier, mais qui « sévit avec une intensité particulière dans les grandes villes, décimant la cavalerie des entreprises de transport et apportant un trouble considérable dans les services » (Nocard et Leclainche). On crut, avec Schütz, que la maladie était causée par un *streptocoque*, par une *pasteurella* avec Lignières; aujourd'hui, presque tout le monde admet que « la véritable cause primitive de la maladie n'est pas encore établie » ([1]). Mon excellent confrère, M. Marcel Mollereau, m'a fourni tout récemment l'occasion de commencer des recherches sur ce sujet : je lui renouvelle ici l'expression de ma gratitude.

A. *La fièvre typhoïde du cheval est inoculable.*

Parmi les nombreux malades d'un même effectif, je choisis un cheval présentant les symptômes types de l'affection ($T = 41°$). Le 31 juillet, 100^{cm^3} de sang défibriné sont injectés *in* veine d'un cheval (N° 1) *neuf :* très vieux cheval à sérum réformé. (Ce sang, d'autre part, s'est montré stérile.)

Cheval n° I. — Quatre jours après l'inoculation, la T. s'élève à 40°. Elle atteindra 41° le huitième jour, pour descendre ensuite, très rapidement, jusqu'au moment de la mort, le douzième jour. Le 7 août, la conjonctive est œdématiée tellement que l'œil droit est complètement clos; à gauche, les paupières entr'ouvertes laissent voir une conjonctive très fortement œdématiée, formant des bourrelets jaunâtres, brillants. Œdème des membres et du fourreau; appétit presque totalement supprimé. Le 8, le malade est très déprimé : relâchement du sphincter anal et du rectum; verge pendante. Le 9, l'inspiration est bruyante : cornage. L'œdème gagne la paroi abdominale inférieure. Au matin du 11, on trouve le malade couché. Détaché, il ne peut se lever et tombe en décubitus latéral complet. Bientôt se déchaînent des crises d'agitation véritablement dramatiques, au cours desquelles le cheval paraît en imminence d'asphyxie. Ces crises semblent si douloureuses, que je fais sacrifier le patient. A l'autopsie : ecchymoses sur la plèvre viscérale; myocarde jaunâtre; muqueuse intestinale nettement congestionnée, mais non épaissie. Petite quantité d'albumine dans l'urine.

([1]) Hutyra et Marek, *Spezielle Pathologie und Therapie der Haustiere;* édit. 1910.

Chaque jour, pendant toute la maladie, 20$^{cm^3}$ de sang furent ensemencés; ces ensemencements restèrent stériles.

En résumé, l'inoculation du sang d'un typhique, qui, entre parenthèses, présenta une forme bénigne de l'affection et guérit en quelques jours, a déterminé, chez un cheval neuf, après 4 jours d'incubation, une fièvre typhoïde typique, forme suraiguë, qui évolua en 8 jours.

B. *La fièvre typhoïde du cheval est déterminée par un virus filtrable.*

Les observations faites sur le cheval précédent imposaient l'idée que la cause de l'affection était un virus filtrable; restait à le démontrer.

Le 7 août, à ce cheval n° I du sang est prélevé, défibriné, dilué à 1 pour 10 d'eau salée puis filtré sur bougie Berkefeld V. (Un ensemencement de 50$^{cm^3}$ du filtrat est resté stérile.) Le jour même, deux chevaux reçoivent, *in* veine, chacun 200$^{cm^3}$ de filtrat (correspondant à 20$^{cm^3}$ de sang). L'un de ces chevaux (n° II) est un cheval hongre, très fin, âgé de 5 ans, entretenu au laboratoire depuis 2 ans environ, qui peut être considéré comme «neuf». L'autre (n° III) est une jument très vieille, d'aspect misérable, acquise récemment. Ces deux animaux vont se comporter très différemment : alors que le cheval neuf va faire une fièvre typhoïde classique, la vieille jument, à l'histoire inconnue, va se montrer réfractaire.

Cheval n° II. — Trois jours après l'inoculation la T. monte à 39°,5. Elle atteindra 41° le huitième jour pour descendre ensuite rapidement, mais régulièrement. A la terminaison près, l'affection évolue comme chez le n° I. A noter cependant que si la conjonctive est nettement congestionnée, de teinte uniforme rosée (*pink eye* des Anglais) elle n'est qu'à peine œdématiée. Le malade entre en convalescence le 18 août. Une prise de sang faite pendant la période fébrile s'est montrée stérile.

Cheval n° III. — L'élévation de la T. est presque insensible et le sujet ne présente pas le moindre symptôme de malaise. Ce sujet était donc immun, et cette immunité « naturelle » ne peut qu'être rattachée à une atteinte antérieure de l'affection.

C'est, sans aucun doute, par le choix inconsidéré des chevaux d'expérience, ou plutôt par l'absence de tout choix, que se peuvent expliquer les insuccès répétés dans les essais de transmission de la fièvre typhoïde, dont la non-inoculabilité était presque article de foi en vétérinaire.

En résumé : 1° l'inoculation de sang typhique *filtré sur bougie Berkefeld V* a déterminé, chez un cheval neuf, après 3 jours d'incubation, une fièvre typhoïde typique, forme aiguë ;

2° Une atteinte antérieure de la maladie confère l'immunité.

Le chaos des affections typhoïdes du cheval, « une des questions les plus obscures de la pathologie animale », apparaît maintenant assez simple à

résoudre. On va pouvoir solutionner les rapports de la fièvre typhoïde avec les pneumonies infectieuses. Mais il importe tout d'abord de comparer la cause déterminante de la fièvre typhoïde avec celle de *l'anémie pernicieuse* du cheval qui est aussi un virus filtrable, comme Carré et Vallée l'ont démontré (¹).

La clinique ne suffit pas à séparer les deux affections; et d'ailleurs, si les auteurs précités se défendent de vouloir les identifier, comme beaucoup de vétérinaires ils furent cependant « vivement frappés par l'étroite similitude des symptômes » qu'on observe dans la fièvre typhoïde et dans les formes graves de l'anémie qu'ils dénomment, à cause de cela, *typho-anémie infectieuse*.

Le problème concernant l'identité des deux virus est aisé à résoudre par la méthode des inoculations croisées chez des animaux guéris. Alors pourront être judicieusement classées les observations de Pottie, J. Clark, Rieks, Jensen, Poels, se rapportant à des étalons qui auraient transmis une maladie typhoïde à des juments plusieurs mois après leur guérison apparente. Or Poels, cité par Hutyra et Marek, a démontré qu'il s'agissait là d'un virus filtrable, et il semblait que ces observations dussent trouver place dans le cadre de l'anémie pernicieuse.

Si la fièvre typhoïde est déterminée par ce même virus, un virus qui persiste des années dans l'organisme infecté, sain en apparence, il ne faut rien attendre que de la police sanitaire; si le virus typhique est différent, s'il disparaît assez vite après la guérison, on peut tout espérer, au contraire, d'une intervention prophylactique spécifique.

Tout cela apparaît assez simple à résoudre : question de matériel et d'un peu de temps.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un mode de résorption de graisse de réserve.* Note (²) de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. A. Dastre.

Chez les animaux de boucherie il est possible d'étudier de très près le

(¹) Vallée et Carré, *Comptes rendus*, 25 juillet 1904, et *Revue générale de Médecine vétérinaire*, 1906-1907.

(²) Présentée dans la séance du 31 juillet 1911.

phénomène de la résorption de la graisse et d'en suivre la marche dans les conditions normales ou pathologiques.

La résorption, s'il s'agit de cas normaux, se fait toujours d'une façon à peu près identique : c'est d'abord la graisse sous-cutanée qui disparaît la première; puis celle qui est déposée dans les espaces intermusculaires; dans la cavité abdominale; autour des reins; au niveau de l'épiploon; enfin elle persiste en dernier lieu dans les régions suivantes : cavité orbitaire, région rotulienne, sillon du cœur. Les cellules adipeuses perdent peu à peu leur contenu qui se fragmente en petites masses et disparaît. En même temps la trame conjonctive acquiert plus d'importance; elle peut même persister seule, en l'absence de tout élément adipeux dans des cas de sclérose et d'infiltration œdémateuse, etc. Il s'agit donc d'une résorption progressive suivant le procédé histologique classique.

Au contraire, dans certaines cachexies à évolution rapide, la résorption suit une marche très particulière que nous avons en vue dans cette Note. L'exemple le plus typique nous est fourni par la *distomatose* chez le mouton, affection due à l'invasion du foie par les embryons des douves (*Fasciola lanceolata* et surtout *Fasciola hepatica*), et qui a causé, ces deux dernières années, des pertes considérables à l'élevage national. Il se produit une lésion, souvent très grave, du parenchyme hépatique avec retentissement sur le fonctionnement du tube intestinal.

C'est pendant l'évolution de ces lésions du foie que se modifie très profondément le tissu adipeux. Cette modification est surtout facile à mettre en évidence chez les animaux sacrifiés en bon état d'entretien. On constate que les dépôts graisseux ont acquis alors des propriétés physiques très spéciales au point de vue de leur aspect, de leur coloration, de leur texture. Le tissu adipeux est formé de masses isolées : leur couleur est d'un blanc de craie; la consistance, sous la main qui le presse, est celle que donne une poudre sèche, farineuse : d'où son nom de *graisse farineuse* employé dans l'inspection de viandes.

Ces modifications physiques débutent ordinairement au niveau des masses adipeuses périrénales, puis se propagent à celles des cavités abdominales, thoraciques et des espaces conjonctifs.

On a émis, au sujet de ces modifications, diverses hypothèses. La plus accréditée consiste à admettre qu'au sein de ces graisses il s'est produit une diminution de la proportion d'oléine, c'est-à-dire de la partie la plus liquide. Une série de dosages nous a montré qu'il n'en était rien, et que l'indice d'iode était très voisin dans la graisse normale et cachectique :

Indices d'iode.

Graisse normale.	Graisse peu farineuse.	Graisse très farineuse.
31,09	34,60	34,36
31,77	31,72	34,93
34,23	34,48	34,48
32,28	35,93	34,59
35,30	30,57	31,47
		35,59

En outre d'autres caractères, indices de Kottstörfer, Henher, Reichert-Wolny ont été reconnus identiques :

	Kottstörfer.	Henher.	Reichert-Wolny.
Graisse normale	0,191	95,0	0,45
	0,193	95,1	0,7
	0,196	95,2	1,0
	0,192	95,0	0,9
	0,189	95,3	0,6
Graisse cachectique	0,191	95,1	0,9
	0,195	95,0	1,0
	0,197	95,12	1,1
	0,195	95,3	0,75
	0,194	95,0	0,55

Au point de vue chimique ce sont donc les mêmes graisses. Comment alors expliquer les différences objectives que nous venons de signaler? Nous y sommes parvenu à la suite de recherches histologiques.

Si l'on pratique, à la congélation, des coupes très minces de tissu normal ou en voie de résorption, on constate des différences très profondes. Normalement les cellules graisseuses sont pressées les unes contre les autres en autant de figures presque géométriques, de prismes hexagonaux.

Dans les graisses cachectiques la cellule adipeuse tend au contraire vers la forme sphérique, en passant par tous les états intermédiaires, à partir du solide hexaédrique. Sur les coupes les éléments apparaissent plus ou moins régulièrement arrondis, nettement isolés les uns des autres, toujours diminués de volume et sans fragmentation de leur contenu. Il y a diminution du volume de chacun d'eux : c'est une *raréfaction* graisseuse.

En même temps, la trame conjonctive est le siège d'une infiltration plus

ou moins abondante dans les cas assez fréquents d'hydrémie. L'analyse chimique corrobore ces observations histologiques. Pour un poids donné de tissu adipeux, les matières grasses sont en proportion inverse du poids du squelette conjonctif et par conséquent de ses composants : éléments histologiques, substances minérales.

	H^2O p. 100.	Matière soumise à l'extraction.	Trame conjonctive.	Cendres.
Graisses normales	3,72	26,782	0,263	0,0125
	5,32	23,028	0,2593	0,0132
	5,29	23,928	0,2825	0,0143
	4,58	25,871	0,2731	0,0138
	6,01	24,673	0,301	0,0158
Graisses farineuses	15,17	25,141	0,2720	0,0247
	7,25	25,930	0,4488	0,0080
	16,29	25,297	0,4525	0,0420
	8,82	24,847	0,519	0,0495
	11,58	25,421	0,532	0,0528
Graisses infiltrées	38,80	26,710	0,5565	0,0552
	27,21	27,857	0,7615	0,0762
	39,64	28,155	0,5928	0,0589
	34,31	25,134	0,6120	0,0618
	51,96	26,037	1,0357	0,1420

Conclusion. — En même temps qu'elles rendent compte des modifications morphologiques du tissu graisseux dans certaines cachexies, ces recherches montrent un mode bien particulier de résorption des graisses, résorption qui est caractérisée par ce double fait : qu'elle a lieu avec une grande rapidité et qu'elle porte à la fois sur toutes les localisations adipeuses et sur chacune de leurs cellules.

La séance est levée à 4 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 14 AOUT 1911.

Cinquanta anni di Storia italiana, MDCCCLX-MDCCCCX; pubblicazione fatta sotto gli auspicii del Governo per cura della R. Accademia dei Lincei; t. I, II. Milan, Ulrico Hœpli, 1911; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Rock minerals, their chimical and physical characters and their determination in thin sections, by JOSEPH-P. IDDINGS; second edition revised and enlarged. New-York, John Wiley et fils: Londres, Chapmann et Hall, 1911; 1 vol. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the year 1909, under the direction of Sir W.-H.-M. CHRISTIE, and edited by F.-W. DYSON, Astronomer royal, published by order of the board of Admiralty, in obedience to his majesty's command. Édimbourg, Neill et Cie, 1911; 1 vol. in-4°.

Results of measures made at the Royal Observatory, Greenwich, under the direction of Sir W.-H.-M. CHRISTIE, and edited by F.-W. DYSON. *Photographs of the Sun taken at Greenwich and India in the year* 1909. Édimbourg, Neill et Cie, 1910; 1 fasc. in-4°.

Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College, EDWARD-C. PICKERING, Director; vol. LXV, LXVI: *Journal of zones observed with the 8-inch meridian circle during the year* 1888-1898, by ARTHUR SEARLE. Cambridge, Mass., 1910; 2 vol. in-4°.

Essai de démonstration générale du théorème de Fermat, par ÉLOI LUSSAN, Colonel du génie en retraite, Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-8°.

Le théorème de Fermat, par CONST. EGOROFF, Ingénieur-technologue. Saint-Pétersbourg, chez l'auteur, 1911; 1 fasc. in-8°.

Risoluzione dell' equazione $x^n - Ay^n = \pm 1$, *con una nuova dimonstrazione dell' ultimo teorema di Fermat*, per D.-N. RANUCCI. Rome, 1911; 1 fasc. in-8°.

Beweis des grossen Fermatschen Satzes, von ALEXANDER OCHITOWITSCH. [Texte en langue russe et traduction en langue allemande.] Kazan, 1910; 2 fasc. in-8°.

Una demonstración de postulado de Euclides, por Don RAMÓN MARTINEZ DE CAMPOS Y COLMENARES. Madrid 1911; 1 fasc. in-8°.

Das Problem der drei Körper, ein System von zwölf einfachen Quadraturen, von AUGUST WEILER. Karlsruhe, G. Braun, 1911; 1 fasc. in-8.

Intorno alla determinazione del genere delle funzioni transcendenti intere; Nota di FRANCESCO TAVANI. (Extr. du *Giornale de Matematiche di Battaglini;* vol. XLIX.) Naples; 1 fasc. in-4°.

Las mezclas luminarias y sus applicaciones en la guerra maritima, en la navegacion y en el salvamento de naufragos, por Don RAMÓN MARTINEZ DE CAMPOS Y COLMENARES. Madrid, 1910; 1 fasc. in-8°.

Sur une modification donnant plus de liberté d'allure et de sûreté aux aéroplanes, par TH. TOMMASINA. (Extr. des *Archives des Sciences physiques et naturelles;* 4e période, t. XXXII, juillet 1911.) Genève; Paris, H. Le Soudier; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur un appareil d'aviation non renversable et effectuant automatiquement le vol plané en cas d'arrêt du moteur, par TH. TOMMASINA. (Extr. des *Archives des Sciences physiques et naturelles;* 4e série, t. XXXII, août 1911.) Genève; Paris, Le Soudier; Londres, Dulau et Cie; New-York, G.-E. Stechert et Cie; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The desing of static transformers, by H.-M. HOBART. Londres, Constable et Cie, 1911; 1 vol. in-8°.

Origine et processus de l'électricité, de la vie, des métaux, etc, [par CÁRLOS DE ORTÚZAR]; première Partie. Londres, imp. Ballantyne et Cie. 18 juillet 1911; 1 fasc. in-8°.

Sopra un nuovo Trionichide dell' arenaria miocenica del Bellunese (*Trionyx bellunensis* Dal Piaz in sch.), per AFREDO MISURI; con due tavole. Pérouse, V. Bartelli et Cie, 1911; 1 fasc. in-4°.

Del fulcro germinale nelle pianticelle in germinazione e della sua funzione biologica, per FORTUNATO PASQUALE. (Extr. du Bulletin *L'Agricoltura;* mai 1911.) Naples, imp. Bideri; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 31 juillet 1911.)

Note de M. *Edm. van Aubel*, Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite :

Page 331, ligne 5 en remontant, *au lieu de* t. XIX, 1900, p. 685, *lire* t. XIX, 1910, p. 685.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AOUT 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'*Analysis situs *du plan.* Note (¹) de M. **Arnaud Denjoy**, transmise par M. P. Appell.

Dans une Note récente, à laquelle je prie le lecteur de bien vouloir se reporter (voir plus haut, p. 423), j'ai posé certaines définitions et j'ai déterminé quelques propriétés de la frontière d'un continuum sur un ensemble biconnexe.

Le point de vue inverse du précédent est de déterminer les propriétés des continua complémentaires d'un ensemble fermé satisfaisant à certaines conditions. C'est ici qu'intervient en plus de la biconnexité du plan, la possibilité de choisir autour de chaque point un sens positif de rotation, déterminé et variant continûment avec le point considéré (propriété B).

Pour les ensembles n'admettant pas de plan tangent en chaque point, il faudrait sans doute remplacer la propriété B par celle de diviser le voisinage de l'ensemble en deux régions distinctes. D'ailleurs l'*Analysis situs* d'un ensemble fermé paraît résulter en grande partie des caractères présentés par les continua complémentaires de l'ensemble dans l'espace euclidien minimum (pour le nombre de ses dimensions) qui le contient.

La propriété d'un polygone simple (sans point double) *de diviser le plan en deux régions* ne se conserve ni sur le tore, ni sur la surface à un côté. Mais,

---

(¹) Reçue dans la séance du 21 août 1911.

sur le tore comme dans le plan, nous pouvons, pour un sens de parcours déterminé sur le polygone P, distinguer la droite et la gauche du polygone, adjoindre à chaque côté un trapèze à droite (et un à gauche), de hauteur δ, de façon que deux trapèzes consécutifs aient un côté commun, leur réunion formant dès lors un domaine D (ou D'). δ peut être supposé assez petit pour que les bases des trapèzes n'appartenant pas à P forment un polygone simple P_1 (ou P'_1) sans point commun avec P. Le complémentaire de P se compose de deux continua au plus, puisque tout point n'appartenant pas à P peut être lié soit à D, soit à D'_1, sans rencontrer P. D a pour frontière P et P_1. Il est visible que si l'on pouvait par cheminement continu passer de la gauche à la droite de P sans franchir P, comme cela se passe sur le tore, le complémentaire de D serait un continuum. Mais, d'après le théorème fondamental, si deux continua ont même frontière, cette frontière est d'un seul tenant. P et P_1 n'ayant pas de point commun, il y a contradiction. Donc le complémentaire de P divise le plan en deux régions.

En résumé, d'une part la propriété B entraîne la division du *voisinage* de P en deux régions distinctes (pareil fait se produit sur le tore, mais non sur la surface à un côté) ; d'autre part la biconnexité empêche que les deux voisinages puissent se rejoindre à distance finie de P (contrairement au cas du tore).

Voici comment j'établis le *théorème de Jordan*. J'établis deux lemmes :

Soient L et L' deux continus, tels que, C et C' étant respectivement deux des continua dont se composent les complémentaires de L et de L' : 1° tous les points de L n'appartenant pas à L' soient dans C'; 2° tous les points de L' n'appartenant pas à L soient dans C; alors :

a. Si L *et* L' *ont un seul point commun, les points communs à* C *et à* C' *forment un seul continuum.*

b. Si L *et* L' *ont deux points communs, les points communs à* C *et à* C' *forment deux continua.*

Si Γ est un arc de courbe de Jordan [$x=f(t)$, $y=g(t)$, f et g continues, pas de point double, les extrémités de l'arc distinctes], nous pourrons décomposer Γ en un nombre fini d'arcs, la plus grande dimension de chacun d'eux étant inférieure à ε, deux arcs consécutifs ayant un seul point commun, deux arcs non consécutifs n'en ayant pas.

Cela étant, si chaque arc α_n divise le plan en plusieurs régions, l'une r_n contient le point à l'infini, les autres r'_n sont à une distance de Γ inférieure

à ε. Deux arcs consécutifs α_n et α_{n+1} sont chacun relativement à l'autre dans la première région. Donc, d'après le lemme a, leur ensemble ou bien ne divise pas le plan, ou bien le divise en régions dont l'une, partie commune à r_n et à r_{n+1}, contient l'infini, les autres, constituées par r'_n et r'_{n+1}, étant à une distance de Γ inférieure à ε. De proche en proche, on établit que le complémentaire de Γ se compose d'un continuum contenant le point à l'infini et peut-être d'autres continua, ceux-ci étant tous à une distance de Γ inférieure à ε. ε étant arbitrairement petit, le complémentaire de Γ est un seul continuum.

Considérons une courbe de Jordan, réunion de deux arcs ayant en commun leurs extrémités et pas d'autres points. D'après le lemme b, le complémentaire se compose de deux continua. C'est le théorème de Jordan.

Ce théorème admet une généralisation aisée comme les lemmes a et b qui subsistent si l'on y remplace les points communs à L et à L′ par des *continus communs à* L *et* L′ *et dont chacun a pour complémentaire un continuum.* On obtient le théorème suivant :

Soient des expressions $x = f(t), y = g(t)$: 1° *bien déterminées et continues pour toutes les valeurs de* t $(0 \leq t \leq 1)$ *n'appartenant pas à un certain ensemble non dense* e; 2° *prenant pour chaque valeur* τ *de* t *appartenant à* e *toutes les acceptions simultanées constituant le champ d'indétermination* E(τ) *du point* f, g *quand* t *tend arbitrairement vers* τ *hors de* e; 3° *l'ensemble* E *des points* x, y *étant sans points doubles, c'est-à-dire aucun point de* E *n'étant donné par deux valeurs différentes de* t; 4° *l'ensemble* E(τ) *qui est continu* AYANT POUR COMPLÉMENTAIRE UN CONTINUUM; 5° *les points de* E *correspondant à* $t = 0$ *et à* $t = 1$ *coïncidant;*

Alors :

L'ensemble E *est un continu sans points intérieurs et divise le plan en deux régions, dont chacune a pour frontière la totalité de* E.

Ce théorème est un cas particulier du suivant, très vraisemblable, mais que je n'ai pas démontré :

S'il existe une correspondance continue, biunivoque et réciproque entre deux ensembles continus appartenant à deux plans différents, il est possible de déterminer une correspondance de même nature entre tous les points des deux plans, la seconde correspondance coïncidant avec la première pour les points des deux ensembles continus.

Le théorème de Jordan résulte immédiatement de ce théorème, qui doit reposer sur la biconnexité du plan, puisqu'il est inexact dans la correspondance d'un ensemble plan et d'un ensemble situé sur le tore.

CHRONOMÉTRIE. — *Sur un nouvel organe régulateur des chronomètres.* Note de M. Jules Andrade.

I. On sait que les artistes chronométriers ont réalisé les vibrations isochrones du balancier armé d'un spiral cylindrique de deux manières différentes. Arnold, ramenant les extrémités du spiral vers chacun de ses points d'encastrement, modelait les terminaisons du spiral en deux courbes terminales d'une forme convenable dont Phillips devait plus tard découvrir la loi. Le Roy n'employait pas de courbes terminales, mais il avait soin de placer à une distance angulaire de 90° l'encastrement au piton et l'encastrement à la virole; la théorie de ce dispositif a été donnée beaucoup plus tard par M. Caspari. Le procédé d'Arnold assure au balancier une vibration sinusoïdale et par conséquent isochrone; le procédé de Le Roy produit l'isochronisme mais détruit la loi sinusoïdale de la vibration.

II. Je me propose dans cette Note de faire connaître un dispositif *nouveau* qui, *sans courbes terminales*, assure cependant avec l'isochronisme *la loi sinusoïdale de la vibration du balancier*.

Le dispositif aura d'ailleurs l'avantage d'introduire dans le régulateur un élément variable dont on pourra profiter pour compléter le réglage.

Je rappellerai d'abord la valeur du moment transmis au balancier par la déformation d'un spiral cylindrique, valeur calculée pour la première fois par M. Caspari; soient E et L le coefficient d'élasticité et la longueur du spiral, I le moment d'inertie géométrique de sa section transversale par rapport à l'axe de flexion, A le moment d'inertie du balancier, p l'étendue angulaire du spiral au point mort entre ses deux encastrements, u l'angle de rotation du balancier, et faisons $k^2 = \frac{EI}{AL}$; dès lors, si nous négligeons l'inertie du spiral, nous pouvons, eu égard à la petitesse de $\frac{1}{p}$, adopter pour valeur du moment transmis au balancier l'expression

$$(1) \qquad -k^2 u - k^2 u \frac{2}{p^2}[2 - 2\cos(p+u) + u\sin(p+u)].$$

III. Ceci rappelé, j'ai construit le dispositif suivant :

Adoptons *un second spiral prolongeant en quelque sorte le premier*, mais

s'encastrant sur une nouvelle virole et sur un nouveau piton, un accent caractérisant les nouvelles valeurs de k^2 et de p; ce nouveau spiral transmettra au balancier le moment

$$(2) \qquad -k'^2 u - k'^2 u \frac{2}{p'^2}[2 - 2\cos(p'+u) + u\sin(p'+u)].$$

Associons les deux spiraux de manière qu'on ait

$$(3) \qquad \begin{cases} \dfrac{k'^2}{p'^2} = \dfrac{k^2}{p^2} \\ p' = p + (2k+1)\pi \end{cases} \qquad (k \text{ entier}).$$

L'ensemble des spiraux produira dès lors une vibration *sinusoïdale* et *isochrone* de durée $\dfrac{2\pi}{\sqrt{k^2 + k'^2 + \dfrac{8k^2}{p^2}}}$.

IV. Le mode opératoire le plus simple est de scinder un spiral cylindrique en deux portions égales, en sorte que

$$(4) \qquad p' = -p = (2k+1)\frac{\pi}{2}.$$

C'est, pour ainsi dire, la règle de Le Roy conservée sur chaque moitié du spiral dédoublé.

V. La distance angulaire des deux viroles reste arbitraire; on peut disposer de cet élément pour atténuer les perturbations du second ordre et serrer de plus près le réglage.

GÉODÉSIE. — *Détermination des coordonnées géographiques aux colonies en employant la télégraphie sans fil. Essai de la méthode entre Paris (Observatoire) et Bruxelles (Palais de Laeken)*. Note de M. **Bourgeois**, présentée par M. Bassot.

L'emploi de la télégraphie sans fil pour la détermination des différences de longitude est d'une importance capitale pour la géographie coloniale; son utilisation permet en effet d'obtenir, avec une précision beaucoup plus grande que par le transport du temps ou l'observation de phénomènes

astronomiques, les positions de points fondamentaux dans les régions, très vastes encore, où n'existe pas de réseau télégraphique aérien.

Si l'on dispose d'un poste d'émission de signaux de télégraphie sans fil, on pourra déterminer soit les différences de longitude de stations astronomiques, A, B, C,... par rapport à ce poste, s'il y existe également une station astronomique; soit simultanément les différences de longitude entre les diverses stations A, B, C, ..., où l'on recevra les signaux émis par le poste d'émission et où l'on déterminera l'heure locale.

Un réseau de points fondamentaux distants l'un de l'autre d'une cinquantaine de kilomètres, dont les coordonnées sont déterminées avec une erreur probable d'un dixième de seconde de temps en longitude et d'une seconde d'arc en latitude, environ, et qui sont ensuite reliés par des levés rapides appuyés sur des triangulations graphiques ou des cheminements aussi étendus en largeur que possible, permettra l'établissement rapide d'une carte provisoire à l'échelle du $\frac{1}{500\,000}$, dont l'ossature et les distances seront exactes, l'hydrographie convenablement placée, et l'orographie esquissée dans ses grandes lignes.

Cette méthode a été récemment employée par les officiers géodésiens coloniaux ayant fait un stage soit au Service géographique de l'Armée, soit à l'Observatoire du Bureau des Longitudes à Montsouris, chargés de missions géographiques en Afrique-Occidentale ou au Congo; mais ils n'avaient pu jusqu'ici se servir de la télégraphie sans fil pour la détermination des différences de longitude, et cette dernière coordonnée n'est encore déterminée, dans leurs travaux, que par le transport du temps ou l'observation des occultations, procédés beaucoup moins précis.

La méthode qu'on vient d'esquisser est d'autant plus pratique que le matériel d'un poste récepteur de télégraphie sans fil est très portatif, et que l'emploi de l'astrolabe à prisme permet de réduire au minimum le matériel astronomique. Une station coloniale pour la détermination des coordonnées géographiques ne comporte qu'un appareil récepteur léger de télégraphie sans fil avec ses accessoires, une échelle support d'antenne, du système du capitaine Durand, du Service géographique de l'Armée, un astrolabe à prisme pour la détermination de l'heure locale et de la latitude, et un chronomètre, le tout très facilement transportable à dos d'homme ou de mulet.

Le Service géographique a entrepris depuis quelques mois, avec le concours du Service militaire de la Télégraphie sans fil, des études en vue de la détermination rapide des coordonnées géographiques aux colonies par la méthode exposée ci-dessus, et il vient d'être récemment appelé, sur le

désir de S. M. le Roi des Belges, à faire, dans les conditions coloniales, et avec le matériel spécial destiné à ces opérations, une détermination de latitude et de différence de longitude par télégraphie sans fil, entre le Palais de Laeken et Paris, de façon à mettre en évidence la simplicité et la rapidité des opérations, ainsi que la précision dont elles sont susceptibles.

Le poste du Palais de Laeken comprenait un poste récepteur d'un modèle très léger, une antenne de 25^{m} constituée par une échelle observatoire Durand, un astrolabe à prisme de Jobin, un chronomètre de Bréguet. A Paris, on a profité des opérations exécutées pour la détermination de la différence de longitude Paris-Bizerte par le poste du Service géographique installé à l'Observatoire et opérant avec un astrolabe Jobin. Le poste de Paris ne différait donc du poste de Laeken que par le garde-temps qui, en Belgique, était un chronomètre et, à Paris, l'horloge fondamentale de l'Observatoire.

Les signaux de télégraphie sans fil étaient envoyés par la tour Eiffel. On a employé, pour la comparaison des heures locales, entre Paris et Laeken, la méthode des coïncidences. Les signaux rythmés, espacés l'un et l'autre d'une seconde plus $\frac{1}{100}$ environ, étaient obtenus au moyen du pendule à demi-seconde de Carpentier.

Les opérations ont été faites les 25, 26, 27 et 28 mai.

Le Tableau ci-dessous donne le résumé des observations faites en vue de la détermination de la différence de longitude, et le résultat des observations :

DIFFÉRENCE DE LONGITUDE PARIS (OBSERVATOIRE) — BRUXELLES (PALAIS DE LAEKEN).

Paris. — Poste du Service géographique installé dans le jardin de l'Observatoire.
Bruxelles. — Centre du saillant Est dans le jardin des roses du parc royal de Laeken.

Résumé des opérations.

	25 mai.		26 mai.		27 mai.		28 mai.	
	Heure de la comparais. (temps de Bruxelles).	Différence des heures locales.	Heure de la comparais. (temps de Bruxelles).	Différence des heures locales.	Heure de la comparais. (temps de Bruxelles).	Différence des heures locales.	Heure de la comparais. (temps de Bruxelles).	Différence des heures locales.
Comparaisons des chronomètres, signaux de T. S. F.	14.31	$7^{m}.57^{s},010$	13.45	$7^{m}.50^{s},922$	14.37	$7^{m}.44^{s},031$	14.39	$7^{m}.37^{s},617$
	14.52	7.57,003	13.50	7.50,942	14.59	7.43,958	15. 2	7.37,533
			13.56	7.50,903				
Moyenne adoptée.....	14.41	7.57,006	13.50	7.50,924	14.48	7.43,994	14.50	7.37,575
Paris, États absolus (pour $15^{h},0$) $\frac{m}{24}=0$	$-2^{s},62$		$-2^{s},74$		$-2^{s},53$		$-2^{s},22$	

Résumé des opérations (suite).

	25 mai.	26 mai.	27 mai.	28 mai.
Bruxelles, États absolus (pour $15^h,0$) $\frac{m}{24} = \pm 0^s,278$ $\frac{m}{24 \times 60} = \pm 0^s,0045$	$+6^s,86$	$+13^s,31$	$+20^s,19$	$+26^s,88$
Correction	$0^h\,19^m = -0^s,085$	$1^h\,10^m = -0^s,323$	$0^h\,12^m = -0^s,054$	$0^h\,10^m = -0^s,045$
Σ	$+9^s,385$	$+15^s,727$	$+22^s,666$	$+29^s,055$
Différence de longitude (Est).........	$8^m 6^s,391$	$8^m 6^s,651$	$8^m 6^s,660$	$8^m 6^s,630$

Longitude adoptée : $8^m 6^s,58 \pm 0^s,09$.

La colatitude, obtenue par les mêmes séries d'observations à l'astrolabe, a été trouvée égale à

$$39^\circ 6' 30'',17 \pm 0'',09$$

moyenne des quatre valeurs

25 mai..............................	$30'',30$
26 »	$30,05$
27 »	$30,10$
28 »	$30,25$

obtenues, à chaque soirée, par 25 étoiles fondamentales environ.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur un nouveau problème mixte de l'équation des télégraphistes*. Note de M. **A.-G. Webster**, transmise par M. Émile Picard.

Les équations de propagation des actions électromagnétiques dans une ligne télégraphique deviennent, en choisissant convenablement les unités,

$$\frac{\partial u}{\partial y} + u = \frac{\partial v}{\partial x}, \tag{1}$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial v}{\partial y} - v, \tag{2}$$

où u est le courant, v le potentiel, multipliés par un facteur exponentiel. En éliminant v, on trouve l'équation des télégraphistes

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + u = 0. \tag{3}$$

On voit sans difficulté que l'effet d'un appareil terminal quelconque (condensateurs, self-inductions, résistances) mis en communication avec l'une des extrémités, auquel on applique une source de force électromotrice variable, se traduit par une équation différentielle en y, valable sur l'axe des y,

$$\begin{aligned} (4) \qquad & a_0 u + a_1 \frac{\partial u}{\partial y} + a_2 \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \ldots + a_n \frac{\partial^n u}{\partial y^n} \\ & + b_0 v + b_1 \frac{\partial v}{\partial y} + b_2 \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \ldots + b_m \frac{\partial^m v}{\partial y^m} = \psi(y) \qquad (x = 0,\ y \geqq 0). \end{aligned}$$

Pour $y = 0$, $x \geqq 0$, on a les données de Cauchy

$$u = f(x), \qquad \frac{\partial u}{\partial x} = g(x) \qquad (y = 0,\ x \geqq 0).$$

Les cas traités par M. Picard et par M. Hadamard rentrent dans celui-ci comme cas particuliers.

Appliquons la méthode de Riemann. Si nous intégrons autour du polygone PAOB (PA, PB caractéristiques) la formule fondamentale

$$0 = \int \left(u \frac{\partial G}{\partial x} - G \frac{\partial u}{\partial x}\right) dy + \left(u \frac{\partial G}{\partial y} - G \frac{\partial u}{\partial y}\right) dx,$$

nous trouvons

$$2u_P = u_A + u_B + \int_0^A \left(u \frac{\partial G}{\partial x} - G \frac{\partial u}{\partial x}\right) dy + \int_0^B \left(G \frac{\partial u}{\partial y} - u \frac{\partial G}{\partial y}\right) dx, \tag{5}$$

où il faut encore déterminer les valeurs de u et de $\frac{\partial u}{\partial x}$ sur OA.

Nous entendons par G la fonction de Green-Riemann $G(x, y; \xi, \eta)$, qui se réduit à une constante sur les caractéristiques PA, PB. Pour déterminer les valeurs de $u_{x=0}$, $\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{x=0}$, appliquons la formule (5) au triangle OAC

$$u_A = u_C + \int_0^A \left(u \frac{\partial G_1}{\partial x} - G_1 \frac{\partial u}{\partial x}\right) dy + \int_0^C \left(G_1 \frac{\partial u}{\partial y} - u \frac{\partial G_1}{\partial y}\right) dx, \tag{6}$$

en posant

$$G_1 = G(x, y; 0, y_A).$$

Posons, avec M. Picard,

$$G(x, y; \zeta, \eta) = j(z) = 1 + \frac{z}{1} + \frac{z^2}{(2!)^2} + \frac{z^3}{(3!)^2} + \dots,$$
$$z = (y-\eta)^2 - (x-\xi)^2;$$

nous obtenons

$$\frac{\partial G}{\partial x} = 2(\xi - x) j'[(y-\eta)^2 - (x-\xi)^2], \qquad \frac{\partial G}{\partial y} = 2(y-\eta) j'[(y-\eta)^2 - (x-\xi)^2],$$

et sur les lignes OC et OA,

$$\text{OC}\left\{\begin{array}{ll} G = j[\eta^2 - (x-\xi)^2], & G_1 = j[y_A^2 - x^2], \\ \dfrac{\partial G}{\partial y} = -2y j'[\eta^2 - (x-\xi)^2], & \dfrac{\partial G_1}{\partial y} = -2y_A j'[y_A^2 - x^2], \end{array}\right.$$
$$\text{OA}\left\{\begin{array}{ll} G = j[(y-\eta)^2 - \xi^2], & G_1 = j[(y-y_A)^2], \\ \dfrac{\partial G}{\partial x} = 2\xi j'[(y-\eta)^2 - \xi^2], & \dfrac{\partial G_1}{\partial x} = 0. \end{array}\right.$$

En mettant ces valeurs dans (6), nous avons

$$(7) \qquad u_A = f(y_A) + \int_0^{y_A} \{ g(x) j[y_A^2 - x^2] + 2f(x) y_A j'[y_A^2 - x^2] \} dx$$
$$- \int_0^{y_A} j[(y_A - y)^2] \frac{\partial u}{\partial x} dy;$$

on a donc une équation intégrale entre u et $\frac{\partial u}{\partial x}$ de la forme

$$(8) \qquad u(y) = \varphi(y) - \int_0^y K(x, y) F(x)\, dx,$$

où

$$K(x, y) = j[x - y], \qquad K(y, y) = 1, \qquad F(y) = \left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)_{x=0},$$
$$\varphi(y) = \text{fonction connue.}$$

En différentiant par rapport à y,

$$(9) \qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{\partial u}{\partial y} = \varphi'(y) - F(y) - \displaystyle\int_0^y \frac{\partial K}{\partial y} F(x)\, dx, \\ \dfrac{\partial^2 u}{\partial y^2} = \varphi''(y) - F'(y) - \left(\dfrac{\partial K}{\partial y}\right)_{x=y} F(y) - \displaystyle\int_0^y \frac{\partial^2 F}{\partial y^2} F(x)\, dx, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{array}\right.$$

De l'équation (2) nous déduisons, en intégrant le long de OA,

$$\frac{\partial v}{\partial y} - v = F(y), \qquad v = \int_0^y e^{y-x} F(x)\, dx + v(0, 0),$$

d'où l'on tire les dérivées successives de v par rapport à y. Et substituant dans l'équation à la limite (4), nous obtenons une relation de la forme

$$A_0 F(y) + A_1 F'(y) + A_2 F''(y) + \ldots + \int_0^y \Phi(x, y) F(x) dx = \Psi(y),$$

ce qui est une équation intégro-différentielle de Volterra, se réduisant à une équation intégrale par des quadratures successives. En résolvant par rapport à F, et substituant dans (7), (5), on a la solution cherchée.

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau réactif colorant de la callose.* Note de M. **Tsvett**, transmise par M. L. Mangin.

On sait le rôle important que joue dans le règne végétal, en qualité de substance constitutive des membranes cellulaires, la callose à ses divers états d'agrégation, substance dont MM. Mangin [1] et Arnaud ont réussi dernièrement à préciser la nature chimique. Pour déceler microchimiquement la callose, à l'état d'agrégation où elle se trouve par exemple dans le tissu criblé, dans les cystolithes, les cellules mères des grains de pollen, on possède toute une série de réactifs colorants, systématiquement étudiés par M. Mangin. Ce sont notamment les bleus de triphénylméthane trisulfonés (bleu d'aniline, bleu coton, bleu papier, bleu alcalin, etc.) agissant en bain acide et les couleurs de benzidine (rouge Congo, azobleu, benzopurpurine, benzoazurine, coralline, etc.) employées en bain alcalin. Les plus courants de ces réactifs sont le bleu d'aniline et la coralline. Leur action est assez lente et doit être prolongée parfois jusqu'à une demi-heure [2].

Nous nous proposons ici de faire connaître un réactif colorant nouveau, qui présente l'avantage d'une action, pour ainsi dire instantanée, et qui est susceptible d'être mélangé à d'autres pigments pour fournir des colorations doubles.

Nous l'obtenons par l'oxydation spontanée à l'air de solutions de résorcine ammoniacale (résorcine, 1; eau, 100; ammoniaque concentrée, 0,1). Au bout de quelques jours, le liquide acquiert une belle coloration bleue qui se fonce progressivement dans la suite; il peut être utilisé tel quel et dilué d'eau. La solution se conserve active durant

---

(1) L. Mangin, *Nouvelles observations sur la callose* (*Comptes rendus*, t. 151, p. 279).

(2) Comparer, par exemple, la *Botanische Mikrotechnik*, de Zimmermann.

des mois. Le pigment ainsi obtenu paraît être essentiellement identique au *bleu de résorcine* préparé par Würster ([1]) en faisant agir du peroxyde d'hydrogène sur une solution ammoniacale de résorcine et par Benedikt et Julius ([2]) en faisant fondre à chaud de la résorcine et du nitrite de soude. Peut-être est-elle identique au *lacmoïde* de Traub et Hock ([3]). Schultz et Julius ([4]) assignent au bleu de résorcine la formule probable

$$Az \left\{ \begin{array}{l} C^6H^3.OH.OH \\ C^6H^3.OH.O \end{array} \right.$$

Le bleu de résorcine ou *résobleu*, comme nous le désignerons, préparé ainsi qu'il a été dit, ne teint le coton que macroscopiquement. Au microscope la cellulose demeure incolore; les membranes lignifiées, par contre, et surtout la callose des tubes criblés, se colorent vivement.

Fait-on agir le réactif sur une section de tige de courge, pendant 30 à 60 secondes : les cals sont seuls colorés, en bleu intense, les membranes cellulosiques ou lignifiées demeurent incolores. Une action plus prolongée du réactif entraîne la coloration du ligneux. Les contenus protoplasmiques et notamment les noyaux prennent également le résobleu, quoique faiblement.

Grâce à l'extrême obligeance de M. Mangin, qui a bien voulu nous envoyer un échantillon de la callose pure qu'il a obtenue à partir du thalle du *Bornetina Corium*, nous avons pu nous assurer que cette substance se comporte à l'égard du résobleu identiquement à la callose des tubes criblés ou des cystolithes. Par contre, les hyphes du *Bornetina*, intacts ou traités par le brome, ne se colorent pas davantage qu'elles ne le font avec le bleu d'aniline ou la coralline.

Le résobleu peut être combiné à d'autres colorants pour donner de belles colorations doubles. Le mélange, stable, avec le rouge Congo (0,2 pour 100), lequel est également un colorant de la callose, colore la cellulose en rouge, la callose (tubes criblés) en bleu; le résobleu se substitue au Congo. Le mélange, stable également avec l'éosine, colore le contenu des tubes criblés en rose, les cals en bleu. Une superbe triple coloration est obtenue en traitant d'abord les sections par le réactif genevois ([5]) de M. Chodat durant une minute, puis par le résobleu, une demi-minute : cellulose rouge, ligneux, liège et cuticule jaunes, callose bleue. On peut aussi

---

([1]) Würster, *Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XX, 1887, p. 2934.
([2]) Benedikt et Julius, *Monatshefte f. Chemie*, t. V, p. 535.
([3]) Traub u. Hock, *Berichte d. d. chem. Ges.*, t. XVII, p. 2615.
([4]) Schultz u. Julius, *Tabellarische Uebersicht d. Künst. org. Farbstoffe*. t. I, 1888, p. 78.
([5]) Solution légèrement ammoniacale de chrysoïdine et de rouge Congo.

colorer d'abord à la safranine, puis, après lavage soigné, au résobleu. Les colorations au résobleu ne se conservent pas dans la glycérine. Elles se conservent bien, jusqu'à 6 mois, dans la solution concentrée d'acétate de potasse et dans le liquide de Hoyer (gomme arabique dans solution d'acétate de potasse). On peut aussi monter les préparations dans le baume de Canada.

Au lieu de résobleu, on peut utiliser le *lacmoïde* du commerce, que nous avons dit être probablement identique au bleu de résorcine. On emploiera une solution à 0,5 pour 100, additionnée d'ammoniaque ou de borax. Le lacmoïde différencie d'ailleurs moins bien que le résobleu et le réactif, pour une raison qui nous échappe, perd au bout de quelques jours son pouvoir colorant électif.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la fonction de réserve adipeuse des corps adipo-lymphoïdes.* Note de M. **Pierre Kennel**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 15 mai 1911), nous avons montré la nécessité de créer un terme nouveau pour désigner les corps jaunes, corps adipeux des Batraciens.

L'appellation que nous avons proposée (corps adipo-lymphoïdes) a le mérite d'indiquer la double fonction par nous constatée : 1° de réserve adipeuse ; 2° de lymphopoïèse.

Nous avons continué nos recherches par l'étude, poussée plus à fond, de la fonction de réserve adipeuse. Nous avons, à des époques différentes, effectué des pesées exactes, et nous nous proposons d'exposer nos résultats. Nous désignerons par R le rapport $\frac{P}{p}$ du poids total de l'animal au poids des corps adipo-lymphoïdes. Nos pesées ont été faites sur un grand nombre d'animaux ; nous ne donnons que des chiffres moyens.

I. — α. Grenouilles examinées après l'hibernation et avant l'entrée en fonction des organes de la reproduction :

♀	$P = 34^g,350$	$p = 0,191$	$R = 179$
♂	$P = 34^g,300$	$p = 0,054$	$R = 637$

β. Grenouilles examinées avant la ponte :

♀	$P = 60^g,$	$p = 0,125$	$R = 2400$
♂	$P = 35^g,$	$p = 0,039$	$R = 885$

γ. Grenouilles examinées immédiatement après la ponte :

♀	P = 25^g,300	$p = 0{,}014$	R = 1807

ε. Grenouilles pesées en juin :

♀	P = 37^g,300	$p = 0{,}294$	R = 130
♂	P = 33^g,500	$p = 0{,}165$	R = 196

φ. Grenouilles pesées en août :

♀	P = 42^g,	$p = 0{,}580$	R = 76
♂	P = 42^g,	$p = 0{,}380$	R = 108

λ. Grenouilles pesées en novembre, avant l'hibernation :

♀	P = 45^g,	$p = 1{,}286$	R = 35
♂	P = 38^g,200	$p = 0{,}415$	R = 92

ω. Grenouilles pêchées en juin et examinées après un jeûne de 2 mois dans l'aquarium.

♀	P = 36^g,550	$p = 0{,}068$	R = 533
♂	P = 31^g,430	$p = 0{,}046$	R = 681

L'examen de ces chiffres permet de constater : 1° que le poids des corps adipo-lymphoïdes est maximum au début de l'hibernation et minimum après l'ovulation : 2° que dans l'intervalle allant du minimum au maximum il progresse de façon sensiblement continue : 3° que le poids proportionnel est généralement plus élevé chez la femelle que chez le mâle; et de conclure que : 1° *la réserve adipeuse est utilisée toutes les fois que l'animal se trouve dans de mauvaises conditions de nutrition, particulièrement pendant l'hibernation;* 2° *que cette réserve sert aussi au développement des éléments sexuels, surtout à l'élaboration du dentoplasme de l'œuf.*

Des recherches effectuées parallèlement chez le crapaud et le triton ont abouti aux mêmes résultats.

Chez des animaux très jeunes, le nombre R est très inconstant.

II. Nous avons, à différentes époques, extrait par l'éther les graisses des corps adipo-lymphoïdes; elles représentaient au stade β, ε pour 100 du poids; au stade ω, 54 pour 100; au stade ε, 67 pour 100; au stade φ, 74 pour 100 et au stade λ, 85 pour 100. La différence étant constituée par le tissu de soutien et les éléments figurés.

III. Nous pouvons confirmer, au moins en ce qui concerne les gre-

nouillés, les résultats de Athanasiu et Dragoiu, à savoir que, plus les réserves des corps adipo-lymphoïdes sont abondantes, plus l'infiltration des muscles en graisse est prononcée et *vice versa; mais cela n'est pas une règle générale, il y a seulement tendance.*

Il ne paraît pas en être de même chez les tritons. Nous avons à plusieurs reprises rencontré des corps adipo-lymphoïdes très petits, 5^{mg} par exemple, alors qu'il existait au niveau des muscles abdominaux des masses adipeuses pesant 75^{mg}.

IV. Enfin nous avons pu faire quelques constatations concernant le développement des corps adipo-lymphoïdes. On n'en rencontre aucune trace chez le têtard, non plus que chez la jeune grenouille alors qu'elle perd sa queue. C'est seulement une ou deux semaines plus tard, quand l'animal pèse vers 320^{mg}, que les premières traces apparaissent au-dessus des organes génitaux, sous forme de manchons presque imperceptibles enveloppant de très fins vaisseaux. Après quelques jours, alors que la grenouille pèse 450^{mg} et que sa longueur atteint 44^{mm} de la tête à l'extrémité des membres postérieurs, les corps adipo-lymphoïdes d'un poids de $\frac{1}{5}$ de milligramme sont normalement digités et renferment des réserves adipeuses.

ZOOLOGIE. — *Le cycle évolutif et les affinités systématiques de l'Haplosporidie des* Donax. Note de M. **Casimir Cépède**, transmise par M. Henneguy.

Sous le nom d'*Anurosporidium Pelseneeri* n. g. n. sp. Caullery et Chappellier ont décrit en 1906 une Haplosporidie parasite des sporocystes des Trématodes des *Donax* qu'ils ont rangée au voisinage des *Haplosporidium* (dont elle diffère notamment par l'absence de clapet à la spore) et des *Urosporidium* (dont les spores ont comme les siennes un orifice circulaire), mais qu'ils séparaient de cette dernière « par l'absence de prolongement caudal » à la spore.

Des recherches récentes m'ont permis de faire une étude assez complète du cycle évolutif de ce parasite vu pour la première fois par P. Pelseneer dès 1895 et que Giard connaissait aussi, ainsi qu'il me l'avait indiqué dès 1905.

Schizogonie. — Le sporoplasma contenu dans la spore mûre ne renferme qu'un noyau unique dont la chromatine se tasse parfois en deux calottes polaires qui sont

peut-être l'indice de divisions nucléaires précoces du jeune schizonte. Néanmoins, j'ai observé de nombreux schizontes jeunes libres uninucléés. Ces jeunes schizontes à un seul noyau ou à deux noyaux rappellent beaucoup ceux qui ont été décrits ces dernières années chez les Microsporidies, notamment par le tassement compact de leur chromatine. La division nucléaire de ces éléments s'effectue par amitose et les éléments qui en résultent peuvent à leur tour devenir libres, et par des schizogonies simples ou multiples à quelques noyaux redonner de nouveaux cycles schizogoniques qui assurent la propagation du parasite dans l'hôte.

Gamétogenèse. — Mais au bout d'un temps variable, les schizozoïtes montrent une chromatine beaucoup moins tassée. Leur noyau présente une membrane nucléaire chromatique contre laquelle se voient quelques rares grains de faible dimension. Dans le suc nucléaire très clair, les éléments mâles, plus petits que les femelles et de forme allongée, souvent naviculaire, montrent un seul grain chromatique plus gros et quelques fins grains émiettés. Les schizozoïtes sexuels mâles résultent comme les femelles d'une schizogonie multiple avec réduction chromatique. Ces derniers sont à contour circulaire; leur noyau possède une fine membrane nucléaire; le suc nucléaire clair montre par places de fins granules chromatiques répandus comme une poussière où quelques éléments sont plus gros que d'autres.

Copulation. — Bientôt, gamètes mâle et femelle s'accolent par un point de leur surface, et aussitôt fusionnent leur cytoplasme. Au stade de début de la copulation, la macrogamète montre quelque temps le microgamète accolé. La fusion cytoplasmique s'effectue plus ou moins rapidement; mais elle est toujours achevée quand l'union karyogamique est consommée.

Cette dernière s'effectue assez lentement. Le noyau du microgamète de taille plus faible que celui de la macrogamète s'accole à ce dernier par sa paroi nucléaire. Au point de contact la paroi disparaît et la fusion des contenus nucléaires se produit. Pendant ce temps, le contenu du synkarion de copula se régularise et finalement il se présente sous la forme sphérique et sa chromatine apparaît en gros grains dont les uns sont tassés contre la paroi et les autres répandus sans ordre apparent dans le suc nucléaire.

Sporogonie. — Ces stades de la gamogonie précédant la sporogonie ne peuvent être confondus avec ceux que nous allons étudier maintenant au cours de la différenciation des spores. Dans les frottis nous observons nettement des masses uninucléées qui ont le même aspect cytoplasmique et nucléaire que les copulas précédemment signalés. A celles-ci font suite par division inégale des stades à deux noyaux. Un d'eux est très petit, formé de deux granules chromatiques. C'est le *noyau pariétal;* l'autre très volumineux, à chromatine dispersée, occupe le centre de l'élément; c'est le *noyau sporoplasmique.*

Autour de ce dernier se différencie une couche de cytoplasma pur séparée du reste de l'élément sporoblastique par une zone superficielle qui va s'épaissir progressivement au cours de la sporogenèse pour constituer en définitive la paroi interne de la spore. La partie nucléée externe va se développer en poussant des prolongements effilés plus ou moins nombreux rappelant tantôt des spores de *Ceratomixa*, tantôt des spores

d'*Henneguya*. Cette paroi *cellulaire* de la spore prend assez bien les colorants cytoplasmiques à l'état jeune; plus tard, quand la spore est mûre, elle en est moins avide.

A l'intérieur de la région centrale limitée par l'endospore, une vacuole paraît qui va s'agrandir au cours de la maturation et qui, finalement, sépare le sporoplasma de l'endospore. C'est la cavité sporale.

A l'état mûr, la majorité des spores montrent encore très nettement un long prolongement épisporal effilé accompagné ou non d'autres plus courts. A la base du grand prolongement se voit encore le noyau de la cellule pariétale. Dans le sporoplasma très avide des colorants chromatiques se voit le noyau sporoplasmique à chromatine souvent tassée en deux calottes opposées.

Les résultats précédemment énoncés montrent que le cycle évolutif de l'Haplosporidie des *Donax* présente les plus grandes affinités avec celui des Cnidosporidies d'une part et des *Chytridiopsis* d'autre part. L'existence d'une *paroi cellulaire* à sa spore la rapproche des Cnidosporidies et les analogies de son cycle évolutif avec celui des *Chytridiopsis* confirment l'idée émise par Léger de l'existence d'une paroi sporale cellulaire chez ce dernier parasite. Comme *Anurosporidium* est étroitement allié aux Haplosporidies les mieux caractérisées (*Haplosporidium*, *Urosporidium*, etc.), je crois qu'il serait intéressant de le rapprocher avec *Chytridiopsis* des autres Sporozoaires à spore possédant une paroi cellulaire en créant pour eux le terme d'*Acnidosporidies* qui marquerait le caractère principal de leur spore à opposer à la présence d'une capsule polaire chez celle des *Cnidosporidies* qui ont tant de points évolutifs et structuraux communs avec elles.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur la chronologie des thalwegs pliocènes et quaternaires de l'Arc et de l'Isère.* Note de M. **Em. de Martonne**, transmise par M. Michel Lévy.

J'ai indiqué, dans des Communications précédentes, les principes d'une méthode d'analyse morphologique permettant de retrouver les anciens thalwegs des vallées alpines, et donné les résultats auxquels j'ai été conduit en appliquant cette méthode à l'étude des vallées de l'Arc et de l'Isère (*Comptes rendus*, 2 juillet et 7 août).

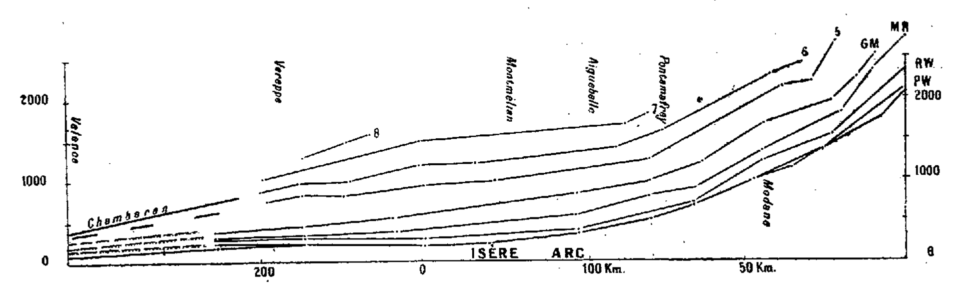
L'existence de 8 niveaux d'érosion, les irrégularités des thalwegs inférieurs, la plus grande régularité des thalwegs supérieurs, le raccordement de ceux-ci avec les cailloutis pliocènes du Bas-Dauphiné, le rapport frappant des ruptures de pente des thalwegs préglaciaires avec les contrepentes des thalwegs glaciaires, sont des faits nouveaux qui

confirment l'explication que j'ai donnée précédemment de la genèse des formes alpines dues à l'érosion préglaciaire et aux alternatives d'érosions glaciaires et interglaciaires.

On peut espérer des résultats encore plus intéressants si l'on réussit à fixer l'âge des différents niveaux d'érosion et leur rapport avec les dépôts fluvioglaciaires du Bas-Dauphiné. J'ai utilisé, pour essayer d'y arriver, le remarquable exposé synthétique présenté récemment par MM. Kilian et Gignoux ainsi que l'expérience acquise dans un certain nombre de courses, dont quelques-unes ont été faites avec M. Kilian lui-même.

Il semble au premier abord impossible d'établir un rapport entre les thalwegs glaciaires et les dépôts fluvioglaciaires. La pente des terrasses fluvioglaciaires augmente rapidement au voisinage des moraines d'où elles sortent et leur origine se trouve forcément au-dessus du thalweg glaciaire de la période pendant laquelle elles se sont formées. Pour rentrer dans les conditions normales, il faut reconstituer les thalwegs interglaciaires, qui ne peuvent différer notablement des tracés obtenus en réunissant par des courbes continues les points hauts des thalwegs glaciaires, répondant aux verrous. Cette construction est justifiée par le fait que les tracés ainsi formés rencontrent des points intermédiaires entre les niveaux d'érosion reconstitués, ou des débouchés de vallées suspendues.

La figure ci-dessous montre les conditions de pente des thalwegs d'érosion



Thalwegs préglaciaires (5 à 8) et thalwegs interglaciaires de l'Arc et de l'Isère; leur rapport avec les terrains pliocènes et quaternaires de la Basse-Isère.

fluviale interglaciaires, en même temps que des thalwegs préglaciaires. Leur âge est déterminé par celui du thalweg glaciaire le plus récent, dont le fond, caché sous les alluvions du Grésivaudan, forme un bassin fermé vers l'aval à Rovon. Ce thalweg est pour nous, comme pour Lory et Kilian, le thalweg würmien, supposition confirmée par les moraines récentes à demi-enterrées sous les alluvions du bassin de Moirans et par le dépôt couronnant le verrou urgonien de Poliénas, dépôt marqué a^2 sur la Carte géologique, mais où j'ai reconnu une véritable moraine très fraîche avec blocs striés.

Partant de là, et considérant les rapports de nos thalwegs avec les dépôts fluvioglaciaires de la Basse-Isère, nous arrivons aux conclusions suivantes :

1° La région Rovon-Poliénas a joué, au moins depuis le Rissien, le rôle d'un verrou de front glaciaire, fermant vers l'aval un bassin de surcreusement, et franchi à plusieurs reprises par le glacier, qui s'y est fréquemment arrêté en se divisant parfois en plusieurs langues.

2° On voit en général les thalwegs interglaciaires aboutir au niveau des terrasses fluvioglaciaires de la période glaciaire précédente, constatation qui confirme la théorie des creusements glaciaires et fluvioglaciaires alternatifs.

3° La série des creusements aboutit à un enfoncement progressif des thalwegs d'érosion fluviale, jusqu'à l'établissement du profil d'équilibre, réalisé, dans la partie inférieure de la région glaciaire (en aval d'Aiguebelle), dès l'interglaciaire Mendel-Riss. A partir de ce moment il n'y a plus, dans cette section, de creusement fluvial interglaciaire; l'enfoncement des thalwegs est dû uniquement à l'érosion glaciaire, et réalise ce que j'appelle le *surcreusement vrai;* les périodes interglaciaires sont des périodes de remblaiement montant jusqu'au niveau du verrou du gradin de front glaciaire.

4° On s'explique facilement, en partant de ces principes, toute la série des dépôts interglaciaires et interstadiaires du Grésivaudan. En particulier les terrasses interstadiaires, pénétrant dans la Combe de Savoie jusqu'à Chambéry, nous donnent la trace d'un comblement postwürmien en rapport avec le verrou de Poliénas. Les argiles d'Eybens doivent, conformément à la même interprétation, représenter un dépôt interglaciaire Riss-Würm. On s'explique ainsi qu'elles ne descendent pas jusqu'à la plaine alluviale actuelle de l'Isère. Leur point le plus bas correspond exactement au niveau du thawleg Rissien vers Grenoble, leur point le plus haut au verrou Rissien vers Rovon.

Si maintenant nous envisageons l'ensemble des thalwegs préglaciaires et interglaciaires, nous pouvons affirmer que la fin du Pliocène et tout le Quaternaire représentent un grand *cycle d'érosion*, divisé en une série *d'épicycles* concordants, mais où la valeur du creusement est inégale. Elle atteint son maximum dans les épicycles correspondant aux premières périodes glaciaires et interglaciaires. Le creusement diminue quand les thalwegs interglaciaires approchent du profil d'équilibre. Ce n'est que dans la partie supérieure du bassin de l'Arc qu'on trouve encore des creusements interglaciaires et même interstadiaires postwürmiens, car jamais le profil d'équilibre n'y a été réalisé.

Si enfin nous cherchons l'origine du cycle d'érosion, il est impossible de ne pas admettre des mouvements du sol continués au moins jusqu'au début de la période glaciaire, et certainement finis pendant les derniers épicycles (Riss-Würm).

L'allure des thalwegs préglaciaires semble indiquer un soulèvement général avec rupture de pente sur le bord des Alpes et dans la région de Modane. Les irrégularités des thalwegs glaciaires sont en rapport avec celles des thalwegs préglaciaires déterminées par ces gauchissements. Toutefois le verrou de Pontamafrey paraît simplement en rapport avec l'épigénie de l'Arc, qui s'est encaissé à partir du moment où le massif granitique recouvert de Lias a été atteint.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

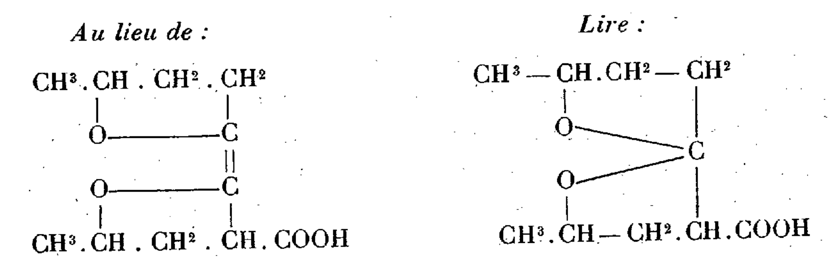
Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 7 août 1911.)

Note de M. *S. Losanitch*, Sur la constitution de la divalolactone :

Page 390, ligne 8 de la Note,



Page 391, ligne 4, *au lieu de* soude, *lire* hydrate de soude.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 SEPTEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

CORRESPONDANCE.

L'Université de Genève adresse un Volume des *Actes du Jubilé de l'Université*, 1909, en témoignage de cordial souvenir à l'Académie, qui a délégué deux de ses Membres pour la représenter aux fêtes de son 350e anniversaire.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un *Calendrier perpétuel* de M. C.-E. Perrin.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la constitution électrique du Soleil.* Note de M. Kr. Birkeland.

Guidé par mes expériences, j'avais trouvé que, pour les rayons cathodiques du Soleil qui descendent dans la ceinture d'aurore de la Terre, il fallait admettre le produit : $H\rho = 3.10^6$ C. G. S.

Pour expliquer le retard des perturbations magnétiques par rapport au passage des taches au méridien central du Soleil, j'ai signalé dans une Note, le 24 janvier 1910, que le Soleil doit être aimanté en sens inverse de la Terre et avoir un moment magnétique de l'ordre 10^{28} C. G. S.

En m'appuyant sur quelques nouvelles découvertes expérimentales, j'ai lancé l'idée, dans une Note précédente sur le Soleil et ses taches, que les

taches solaires sont dues à des décharges disruptives sur le Soleil. On pourrait les considérer comme des décharges partant de la surface de la photosphère seulement, mais j'ai préféré l'hypothèse que ces décharges sont des arcs électriques perçant la photosphère et ayant leurs pôles positifs sur un noyau à l'intérieur, cette théorie donnant ainsi immédiatement une explication naturelle du mouvement des taches sous les différentes latitudes, comme nous le verrons plus bas.

Or on sait que la surface du Soleil est *granulée;* il s'y trouve des filaments très lumineux et des *pores* peu lumineux. On n'a pas encore pu, il est vrai, dégager le spectre de ces pores, mais il existe quand même des raisons de croire que les pores ont une certaine connexion avec les taches du Soleil.

S'il en est ainsi, il n'y aura plus qu'un pas à faire pour être amené à supposer que ces *pores* sont, eux aussi, des arcs électriques et que les filaments lumineux en sont peut-être les pôles négatifs.

La photosphère constitue alors pour ainsi dire toute une mer d'arcs électriques, et l'on peut croire que la chaleur dégagée par ces arcs peut rendre compte de toute la chaleur et de toute la lumière qui émanent du Soleil. Le manteau photosphérique gazeux servira dans ce cas à maintenir la température du Soleil à peu près constante pendant la période undécennale de l'activité électrique solaire.

Les rayons cathodiques qui émanent de tous ces pôles négatifs de décharge, autour des grandes taches et autour des *pores*, quittent en partie le Soleil et se mettent à parcourir l'espace cosmique, en donnant probablement lieu à des phénomènes remarquables sur tous les membres de notre système solaire. Dans mon idée, ce sont ces faisceaux de rayons cathodiques, se manifestant intermédiairement à des intervalles indéterminés, qui donnent naissance au magnétisme solaire, en créant des courants à peu près constants par induction dans l'intérieur conducteur du Soleil.

J'ai commencé à diverses reprises les calculs qui devaient servir à vérifier mon hypothèse, mais je ne les ai pas encore achevés.

Nous savons que les courants électriques qui circulent dans de grandes sphères ont une très grande persistance (Voir LORBERG, *Journal de Crelle*, t. 71, 1870, et LAMB, *Phil. Trans.*, 1883). Lamb trouve que, dans une sphère de cuivre grande comme la Terre, le temps nécessaire à un courant pour tomber jusqu'à $\frac{1}{e}$ de sa valeur initiale est de dix millions d'années. Les impulsions d'induction provenant des rayons cathodiques émis par intervalles par le Soleil peuvent donc, dans le cours du temps, créer un courant sensiblement constant.

Si, pour fixer les idées, on suppose un courant circulaire autour du

centre du Soleil dans le plan de l'équateur et avec un rayon égal à la moitié du rayon solaire, il devient aisé d'en calculer les effets magnétiques à des latitudes différentes de la photosphère. En supposant des courants sphériques, on obtient le même degré de concordance avec des courants circulant beaucoup plus près de la surface solaire.

Le Tableau donne F_β divisé par $\cos\beta$ pour tous les dix degrés de latitude compris entre 0° et 50°, où F_β est la composante de la force magnétique dans une unité arbitraire, le long du méridien. Afin de comparer, on donne $\cos^2\beta$ qui, d'après Faye, doit être sensiblement proportionnelle à la variation du mouvement angulaire diurne des taches.

β.	0°.	10°.	20°.	30°.	40°.	50°.
$F_\beta \sec\beta$.......	1,17	1,10	0,88	0,69	0,54	0,41
$\text{Cos}^2\beta$.........	1,00	0,97	0,88	0,75	0,59	0,41

Ces chiffres ont un certain intérêt alors même que nous ne connaissons pas bien encore comment se meuvent les arcs électriques dans les gaz, sous l'action des forces magnétiques.

Les expériences mentionnées dans mes Notes précédentes semblent pouvoir indiquer de quelle façon doit être reconstruite la célèbre hypothèse nébulaire de Laplace pour être en état de résister à la critique sérieuse autant qu'anéantissante à laquelle elle a été exposée dernièrement, de la part surtout de Chamberlin et de Moulton.

Nous savons qu'une cathode, dans un tube de décharge, est soumise à une désintégration de matière très considérable, surtout lorsque le tube est chaud et soumis à des forces magnétiques. Il est donc probable que le Soleil émet chaque jour des quantités considérables de matière dans le plan de son équateur qui forme la partie de l'anneau électrique déjà mentionné, et que, dans les temps anciens, cette émission de matière a été beaucoup plus grande encore.

Moulton trouve que, d'après la théorie de Laplace, le moment des quantités de mouvement du système original, qui devrait rester constant, est 213 fois plus grand que celui du système solaire actuel.

Suivant moi, il n'est pas nécessaire d'admettre d'abord que la nébuleuse s'étende à l'orbite de Neptune, puisque la matière est rayonnée par des forces électriques hors du système dans son équateur. Il est très probable, en outre, que la plus grande partie de la matière ainsi rayonnée quitte le système et ne participe pas en tout cas à la formation des planètes.

D'autre part, si nous considérons les molécules ou globules qui, de la

masse centrale en rotation, sont projetés à des distances voisines de celle où la force centrifuge due au mouvement de révolution contrebalance l'attraction de la gravitation, il est naturel de croire que ce sont justement ces globules qui se condensent et forment de grosses sphères. Or, ces globules ayant transporté avec eux une vitesse correspondant à celle de la surface de la masse centrale, la rotation de la sphère condensée doit se faire dans le sens actuel, car les globules qui se trouvent plus loin de la masse centrale que la distance mentionnée plus haut, et qui certainement sont le moins déviés par les forces magnétiques du système central, ont un excès de vitesse, tandis que l'inverse se produit pour les globules qui se trouvent plus près de la masse centrale.

Avec cette manière de voir, Saturne peut encore être en train de former des lunes par radiation électrique. Mimas, côtoyant presque la tranche des anneaux, est peut-être le plus jeune des satellites.

THÉORIE DES NOMBRES. — *Sur quelques théorèmes d'Arithmétique et un énoncé qui les contient.* Note de M. **Merlin**, transmise par M. H. Poincaré.

1. Suivant l'usage, je désigne par p_n le $n^{\text{ième}}$ des nombres premiers rangés par ordre de grandeur croissante, en posant $p_1 = 2$.

En cherchant s'il existait une infinité de valeurs de n telles que

$$p_{n+1} - p_n = 2,$$

j'ai été conduit à appliquer une méthode qui ramène à un même théorème différentes propositions.

Considérons le Tableau T des nombres entiers positifs ou négatifs. J'appelle $A(b, a)$ l'opération qui consiste à effacer dans le tableau T les nombres de a en a à partir de b, dans le sens des entiers croissants comme dans celui des entiers décroissants. Elle consiste donc à effacer dans T tous les nombres de la progression $ax + b$.

Considérons maintenant une progression $r_1 + p_1 x$ relative au nombre premier $p_1 = 2$, et, pour les nombres premiers autres que 2, simultanément deux progressions, telles que

$$r_i + p_i x, \qquad r'_i + p_i x.$$

Effectuons les opérations

$$\begin{array}{ll} A(r_1, p_1), & \\ A(r_2, p_2), & A(r'_2, p_2), \\ A(r_3, p_3), & A(r'_3, p_3), \\ \ldots\ldots\ldots, & \ldots\ldots\ldots, \\ A(r_n, p_n), & A(r'_n, p_n). \end{array}$$

Il est aisé de voir que cela revient à construire sur T deux cribles d'Eratosthène jusqu'à p_n, en prenant respectivement pour origine de chacun d'eux deux nombres différant d'un nombre pair.

Le théorème dont je vais indiquer quelques applications est le suivant:

Dans tout intervalle de longueur $\nu p_n \log p_n$, ν désignant une constante indépendante de n, il y a au moins un nombre non effacé.

Je me suis servi, dans la démonstration, de la formule aujourd'hui classique

$$\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{p_i} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p_2} + \ldots + \frac{1}{p_n} = \log\log p_n + \nu_1 + O\left(\frac{1}{\log p_n}\right),$$

ν_1 étant une certaine constante. Cependant les inégalités de Tchebicheff conduiraient sans doute à un résultat analogue, quoique moins précis.

2. Une première application de ce résultat peut être faite au théorème de Goldbach. Il s'agit de savoir si l'équation

$$x + y = 2a$$

admet des solutions en nombre premiers. Construisons les deux cribles d'Eratosthène effectués jusqu'au plus grand nombre premier inférieur à $\sqrt{2a}$, et qui ont respectivement pour origines o et $2a$. D'après ce que nous venons de voir, il y a entre o et $2a$ au moins un nombre non effacé, ce qui démontre le théorème. (On peut même ajouter qu'il existe des solutions pour lesquelles chacune des inconnues est supérieure à $\sqrt{2a}$.)

Toutefois il n'en est ainsi que pour des valeurs de $2a$ suffisamment grandes. Pour pouvoir énoncer le théorème dans toute sa généralité, il faut donc entreprendre une vérification numérique pour les premières valeurs de $2a$, vérification que je me propose d'effectuer.

Cherchons maintenant s'il existe une infinité de valeurs de n telles que

$$p_{n+1} - p_n = 2.$$

On peut appliquer la méthode précédente. On peut aussi transformer la question comme il suit. Faisons correspondre à chaque couple de nombres $6m-1$, $6m+1$, d'un Tableau T, le nombre m d'un second Tableau T; construisons le crible d'Eratosthène sur le premier Tableau T, et cherchons s'il existe des valeurs de m du second qui correspondent à des nombres $6m-1$, $6m+1$, qui soient premiers. On trouve ainsi que si, quel que soit l à partir d'une certaine valeur, il y a entre l et $2l(3l+1)$ au moins un nombre qui n'est d'aucune des formes

$$(1) \qquad 6xy+\varepsilon x+\varepsilon' y \qquad (x=1, 2, \ldots, l; y=1, 2, \ldots), (\varepsilon=\pm 1, \varepsilon'=\pm 1),$$

il existe une infinité de valeurs de n telles que

$$p_{n+1}-p_n=2.$$

Or en considérant un certain système de progressions qui contient l'ensemble des nombres (1), on est ramené à un cas particulier du théorème du n° 1.

Enfin on peut aussi ramener à ce théorème celui de Legendre-Dirichlet sur la progression arithmétique.

3. Voici, parmi d'autres, une extension de ces résultats.

Les applications du n° 2 sont des cas particuliers de l'étude des solutions en nombres premiers de l'équation de Diophante. L'emploi d'un double crible permet de l'aborder dans des cas étendus. En voici une application. Appelons nombre de seconde espèce tout nombre égal au produit de deux nombres premiers. Un nombre entier quelconque est, d'une infinité de façons, la différence de deux nombres de seconde espèce.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème mixte de la théorie des fonctions harmoniques dans une aire annulaire.* Note de M. **Henri Villat**, transmise par M. Émile Picard.

Cette Note a pour objet la solution d'un problème mixte de Dirichlet-Neumann qui se présente en Physique mathématique :

Déterminer une fonction harmonique $P(x, y)$ *régulière dans une aire annulaire, de rayons extrêmes* 1 *et* q (<1), *et prenant sur la frontière extérieure* C *une succession de valeurs données* $\varphi(\theta)$, *tandis que sa dérivée normale*

prend, sur la frontière intérieure c, une succession de valeurs également données $\psi(\theta)$ (θ désigne l'argument du point $z = x + iy = \rho e^{i\theta}$).

Nous rechercherons une fonction de z : $\Omega(z) = P(x, y) + iQ(x, y)$, dont la partie réelle réponde à la question.

Supposant $\psi(\theta)$ sommable, on peut, en modifiant au besoin Ω par l'addition d'un terme en $\log z$, admettre qu'on a

$$\int_0^{2\pi} \psi(\theta)\, d\theta = 0.$$

Ceci posé, la méthode repose essentiellement sur l'introduction de deux fonctions fondamentales :

1° *Une fonction* $F(z)$ *dont la partie réelle prenne la valeur constante* α *sur un arc de* C, *d'amplitude* $2s_0$, *et la valeur zéro sur le reste de* C, *la dérivée normale prenant en outre la valeur zéro sur la frontière intérieure c.*

L'introduction des fonctions elliptiques aux périodes 2ω, $2\omega'$, liées à q par la relation

$$q = e^{-\frac{\pi\omega'}{2i\omega}},$$

me permet de prendre la fonction $F(z)$ sous la forme

$$F(z) = -\frac{i\alpha}{2\pi}\log\frac{p\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z + \frac{\omega}{\pi}s_0\right) - e_3}{p\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z - \frac{\omega}{\pi}s_0\right) - e_3};$$

2° *Une fonction* $G(z)$ *dont la partie réelle prenne sur la frontière* C *la valeur zéro, sa dérivée normale prenant sur la frontière c la valeur* β *sur un arc d'amplitude* $2s_1$, *et la valeur* γ *sur le reste de c.* $[\beta s_1 + \gamma(\pi - s_1) = 0]$.

Je démontre qu'on peut écrire

$$G(z) = \frac{\gamma-\beta}{\pi} q \int_0^{s_1} \log\frac{(1-2qz\cos u + q^2z^2)(1-2q^5z\cos u + q^{10}z^2)\ldots}{(1-2q^3z\cos u + q^6z^2)(1-2q^7z\cos u + q^{14}z^2)\ldots}$$
$$\times \frac{\left(1-2\frac{q^3}{z}\cos u + \frac{q^6}{z^2}\right)\left(1-2\frac{q^7}{z}\cos u + \frac{q^{14}}{z^2}\right)\ldots}{\left(1-2\frac{q}{z}\cos u + \frac{q^2}{z^2}\right)\left(1-2\frac{q^5}{z}\cos u + \frac{q^{10}}{z^2}\right)\ldots}\, du.$$

De là, par une décomposition des deux frontières en petits arcs, et par un passage à la limite, on se trouve conduit à prévoir que la fonction cher-

chée $\Omega(z)$ est probablement, dans le domaine considéré,

$$(1)\quad \Omega(z)=\frac{i}{\pi}\int_0^{2\pi}\varphi(\theta)\,d\left[\log\frac{\sigma_3\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z-\frac{\omega}{\pi}\theta\right)}{\sigma\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z-\frac{\omega}{\pi}\theta\right)}\right]-\frac{q}{\pi}\int_0^{2\pi}\psi(\theta)\log\frac{S(ze^{-i\theta})}{S\left(\frac{1}{z}e^{i\theta}\right)}\,d\theta.$$

en posant

$$S(u)=\frac{(1-qu)(1-q^5u)\ldots(1-q^{4n+1}u)\ldots}{(1-q^3u)(1-q^7u)\ldots(1-q^{4n+3}u)\ldots}.$$

Par une modification à laquelle la méthode suivie conduit naturellement, la formule (1) devient applicable *jusqu'aux frontières*. Par exemple, il suffit de remplacer le premier terme de Ω, par

$$-\frac{i\omega}{2\pi^2}\int_0^{2\pi}[\varphi(\theta)-\varphi(\varepsilon)]\frac{p'\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z-\frac{\omega}{\pi}\theta\right)}{p\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z-\frac{\omega}{\pi}\theta\right)-e_3}\,d\theta,$$

pour que la formule soit valable jusqu'au point $z=e^{i\varepsilon}$ *compris*.

Les formules auxquelles nous parvenons ainsi se légitiment dans des conditions extrêmement étendues. Elles conservent un sens si les fonctions $\varphi(\theta)$ et $\psi(\theta)$ sont sommables en valeur absolue, au sens de M. Lebesgue. Sous l'hypothèse que φ et ψ soient bornées et sommables, je vérifie directement que la partie réelle de Ω tend vers $\varphi(\varepsilon)$ lorsque le point z tend vers le point $e^{i\varepsilon}$ de la frontière extérieure par un chemin normal, ou même seulement non tangent, si φ est continue pour la valeur ε, et il ne peut y avoir exception que pour les points de cette frontière, appartenant à un ensemble de mesure nulle. Une vérification analogue est possible en ce qui concerne la dérivée normale et la frontière intérieure, après avoir démontré l'existence de la dérivée $\frac{\partial P}{\partial \rho}$ *jusqu'à* cette frontière.

On peut supposer que φ et ψ présentent des infinis ou des discontinuités isolées, pourvu que ces fonctions soient absolument intégrables.

Notons en terminant que les fonctions elliptiques qui interviennent ici ne sont pas les mêmes que celles que j'ai employées pour la résolution du problème de Dirichlet dans le même domaine (*Comptes rendus*, t. 152, p. 680). On peut passer des unes aux autres par une transformation de Landen.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un cas singulier de variation par bourgeon chez le Pêcher.* Note de M. **Ed. Griffon**, présentée par M. Ed. Prillieux.

A la suite d'une conférence faite en 1909, à Montreuil-sous-Bois, devant les membres de la Chambre syndicale des Cultivateurs de la Seine, j'avais été amené à parler de la variation dans le greffage.

Un excellent arboriculteur de l'endroit, M. Eugène Formont, m'apprit qu'il avait observé chez lui, en 1908, un cas singulier consistant dans le développement, sur un de ses Pêchers, d'un rameau d'Amandier bien caractérisé.

Personne parmi les membres présents n'ayant jamais vu pareil phénomène, ni entendu dire par les anciens du pays qu'il s'en soit jamais produit de tel dans la banlieue parisienne, la question fut portée devant la Société régionale de Montreuil et devant la Société nationale d'Horticulture de France. Ces sociétés désignèrent chacune une commission de praticiens et de botanistes afin d'examiner sur place l'arbre curieux de M. Formont, ce qui eut lieu les 5 juin et 10 juillet 1910. M. Aubin a déjà rendu compte des premières observations faites et des hypothèses auxquelles elles ont donné lieu dans le journal *Le Jardin* du 20 mars 1911.

En 1908, il s'agissait d'un rameau d'Amandier développé en haut d'une branche charpentière, à un angle d'une coursonne situé à plus de 2^m du bourrelet de greffe. Mais en 1910, au moment du passage des commissions, nous pûmes constater le fait suivant : sur le même arbre, des pousses d'Amandier étaient apparues à peu de distance de la première, puis sur une branche charpentière inférieure, en même temps que des jets de Pêcher ; enfin, sur un autre arbre voisin du précédent, des pousses d'Amandier se montraient également.

Les Pêchers présentant ces variations inattendues sont cultivés en espalier et greffés sur Amandier ; ils sont âgés de 60 à 80 ans et manifestent des symptômes de décrépitude ; ils sont voisins d'une ancienne variété très cultivée à Montreuil, la *Grosse-Mignonne*, sans toutefois lui être identiques, comme le montrent la forme des noyaux et l'aspect des jeunes pousses.

En 1911, un rameau fleurit à la fin de mars. Il donna de véritables fleurs d'Amandier, blanches, plus grandes que celles du Pêcher sujet, lesquelles sont d'un beau rose vif. Des fruits se formèrent, ressemblant à des amandes longues, mais ils tombèrent alors qu'ils avaient atteint des longueurs variant entre $1^{cm},5$ et 2^{cm}.

On peut donc dire maintenant que, tant par l'appareil reproducteur que par l'appareil végétatif, ces formes anormales se rapportent sans conteste à l'Amandier. M. Formont les a multipliées par greffage sur ce dernier et sur le Pêcher *Grosse-Mignonne* type. Dans quelques années on aura probable-

ment, après avoir soigneusement évité les croisements, des fruits qu'on pourra semer et dont on étudiera la descendance, comparativement avec celle de l'arbre sujet; on verra s'il se rencontre des mutations comme celles qu'a relatées Darwin d'après de nombreux auteurs; on verra en outre si les greffons restent fixes ou s'ils varient comme le font certains Amandiers-Pêchers qui d'après Luizet et Carrière donnent tantôt des amandes, tantôt des pêches, sans parler de ces Pêchers qui produisent de temps à autre des fruits lisses connus sous le nom de *brugnons*.

Ces cas d'apparition de rameaux d'Amandier sur Pêcher ont soulevé, ainsi qu'il fallait s'y attendre, de nombreuses discussions. Ils sont parfaitement authentiques et chacun en convient, mais comment les interpréter?

On a tout d'abord voulu voir en eux des greffes d'Amandier ayant boudé plusieurs années, puis s'étant développées à la suite du vieillissement des arbres ou de certaines circonstances météorologiques. Mais cette hypothèse doit être écartée étant donnés l'endroit où il aurait fallu faire la greffe pour le premier rameau observé, l'aspect extérieur et la structure de la base de ces pousses anormales que j'ai pu étudier, l'affirmation catégorique du propriétaire. Celui-ci déclare d'ailleurs que, sans mon intervention toute fortuite, il aurait supprimé ces rameaux, n'osant parler, dans un milieu de praticiens expérimentés, de variations aussi insolites.

Quelques-uns ont émis, mais sans s'y arrêter, l'idée d'une influence spécifique du sujet sur le greffon se manifestant à un âge avancé.

M. Loiseau, le distingué Président de la Société d'Horticulture de Montreuil, pense que les Pêchers de M. Formont proviennent peut-être de greffons pris sur un hybride né d'un semis de hasard, l'apparition de l'Amandier n'étant alors qu'un retour à l'un des parents.

Enfin, il en est qui se rangent à l'opinion déjà ancienne, professée notamment par le célèbre Knight, adoptée par Darwin et soutenue par Carrière pour des raisons de continuité dans la série qui va de l'Amandier au Pêcher, mais rejetée par Decaisne et par de Candolle pour des raisons de morphologie comparée et de géographie botanique, opinion d'après laquelle le Pêcher ne serait qu'une forme culturale de l'Amandier. Ceux-là admettent alors que, sur les deux arbres dépérissants de Montreuil, certains bourgeons auraient acquis par atavisme le caractère Amandier.

En réalité, il est difficile de prendre position. Bornons-nous pour l'instant à la connaissance des faits et attendons d'être renseignés sur la descendance sexuelle et végétative des rameaux litigieux.

J'ajouterai toutefois que, si l'on admettait l'opinion de Knight, on ne pourrait s'empêcher de rapprocher ces cas de mutations de bourgeons conduisant du Pêcher à l'Amandier de ceux qui ont été récemment signalés par divers auteurs et dont on a tant parlé sur le passage de certaines espèces de *Solanum* sauvages à l'espèce cultivée qui comprend nos variétés de Pommes de terre. Bien que ce passage, observé par

quelques-uns, n'ait jamais été rencontré par d'autres qui ont cependant exécuté des expériences nombreuses et dans les conditions les plus diverses, il ne s'ensuit pas qu'il soit radicalement impossible. Ne rien nier *a priori*, mais ne rien accepter sans contrôle sérieux, telles sont les règles qui s'imposent plus que jamais dans ce domaine pourtant si exploré déjà, mais encore si fécond en surprises, de la variation chez les plantes cultivées.

ANTHROPOLOGIE. — *Actions humaines* post-mortem *sur les ossements humains décarnisés des ossuaires de la Pierre polie.* Note de M. **Marcel Baudouin**.

Depuis 10 ans j'ai fouillé un certain nombre de Mégalithes de Vendée, qui, là comme ailleurs, correspondent à des ossuaires de l'âge de la Pierre polie.

Je me suis attaché à recueillir et à examiner avec le plus grand soin tous les ossements humains qu'on y trouve, même les plus petits fragments. Il résulte de cette étude minutieuse qu'un grand nombre de ces débris osseux présentent des traces indiscutables d'un *travail*, exécuté *post-mortem* par l'homme néolithique, les os ayant été au préalable décarnisés à l'air libre.

On peut classer de la façon suivante ces actions humaines, dont la signification nous échappe encore :

1° *Sections osseuses* (brisures, cassures, fractures) voulues et obtenues à l'aide de fortes entailles, pratiquées sur les grands os (fémur, humérus, etc.).

2° *Entailles osseuses*, sur les bords des mêmes os, et particulièrement sur les tibias et les humérus.

3° *Petites encoches*, sur les bords des petits os longs (radius, cubitus, péroné, etc.).

4° *Ablation de parties osseuses*, avec ultérieurement polissage de la surface obtenue, surtout fréquente sur les clavicules (extrémité interne).

5° *Stries*, dues à l'action du silex sur les os : *Grattages* par plages sur les faces des os longs, ou sur les bords.

6° *Grattages*, avec *stries de silex en éventails*, surtout marqués sur la voûte de quelques *crânes*. Ces grattages ressemblent tout à fait à une décoration voulue (Ethnographie comparée).

7° Enfin *ablation de rondelles craniennes*, d'après un manuel opératoire connu (Trépanation *post-mortem*).

Il est à noter que ces actions humaines s'observent toujours sur les mêmes os et ont les mêmes caractères dans toute la France, comme le prouve la comparaison des ossements des Mégalithes de Vendée avec ceux des

ossuaires du bassin de Paris [chambre sépulcrale de Vendrest (Seine-et-Marne), par exemple]. C'est ainsi qu'on les rencontre exclusivement d'abord sur les fémurs, les tibias et les humérus; puis, plus rarement, sur les radius, cubitus, péroné et clavicule. On n'en voit ni sur les os plats (sternum, os iliaque, sauf le *crâne*); ni sur les vertèbres; ni sur les côtes; ni sur les os des mains et des pieds.

Sur les fémurs, on les rencontre surtout à la partie supérieure ou moyenne; sur les humérus et les tibias, à l'extrémité inférieure. Sur les petits os, ils siègent souvent aux points d'insertion inférieurs des ligaments interosseux. Ce qui fait qu'on est autorisé à interpréter ces derniers grattages, toujours peu importants, comme des *traces de décarnisation;* mais, pour les gros os et le crâne, cette hypothèse n'est plus acceptable.

Ces traces avaient été vues depuis longtemps par divers savants, entre autres le professeur Broca, Garrigou, etc.; mais les auteurs les ont interprétées autrement. Les uns n'y voyaient que la résultante d'actions géologiques (pression des terres, etc.); les autres les attribuaient au cannibalisme ou à des morsures d'animaux, etc.

En réalité, il s'agit d'un travail exécuté par l'homme néolithique sur les ossements décarnisés de ses semblables; il n'y a que cette hypothèse qui puisse expliquer tous les faits observés, depuis les sections osseuses *polies* et les ablations de copeaux, jusqu'aux entailles profondes et aux trépanations posthumes ou *post-mortem* (pour l'obtention de rondelles craniennes, destinées à faire des amulettes).

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Météorite égyptienne récemment parvenue au Muséum.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

J'ai l'agréable devoir d'informer l'Académie que le Gouvernement égyptien vient de disposer, en faveur du Muséum, d'une météorite tout récemment tombée, non encore étudiée, et présentant des caractères spécialement intéressants.

Il s'agit d'une pierre complète, intacte, pesant 320^g, recueillie à la suite d'une pluie cosmique, le 29 juin 1911, vers 9^h du matin, à 40^{km} à l'est d'Alexandrie. Le point de chute est voisin du village d'El Nakhla-el-Baharra, district d'Abis-Hommos, province de Beharra, non loin du lac d'Edkou. Sa forme générale est celle d'une plaque à contour de pentagone irrégulier de 10^{cm} de longueur et 4^{cm} de largeur et dont l'épaisseur varie de 22^{mm} à 37^{mm}. L'une de ses larges faces est sensiblement plane, tandis que l'autre est nettement convexe. Les ruissellements de la croûte sem-

blent indiquer que durant le trajet atmosphérique la première était en arrière (*Rückseite*) tandis que l'autre était en avant (*Brustseite*).

C'est grâce à la précieuse intervention de M. René Fourtau, géologue hautement apprécié et Correspondant de notre Muséum, que le Directeur du Service géologique du Caire, M. W. F. Hume, a consenti à nous faire, au nom du Gouvernement khédivial, le précieux présent que je signale. Nous devons une sincère gratitude à ces deux amis des sciences.

L'entrée d'une météorite nouvelle dans nos collections nationales est toujours un événement des plus intéressants; mais cette fois il acquiert une portée toute spéciale de la qualité du spécimen obtenu. On sait qu'il y a une grande diversité entre les météorites : la dernière édition (c'est la 11ᵉ) du Catalogue de la Collection du Muséum, répartit nos 540 chutes entre 67 types lithologiques distincts. Or, parmi ces types, il en est de très fréquemment représentés, comme l'*aumalite* et la *montrésite*, tandis que d'autres sont extrêmement rares et n'ont jamais été représentés que par une seule chute, comme la *chassignite* et l'*uréilite*.

Je crois pouvoir affirmer sans imprudence qu'il en est ainsi pour la pierre d'El Nakhla et que la *nakhlite* doit venir augmenter la liste des types de roches cosmiques. C'est dans un petit hameau du Bugey que j'ai l'honneur de rédiger la présente Communication et je suis privé de toute ressource expérimentale propre à l'établissement d'une détermination. Cependant les caractères extérieurs suffisent déjà pour faire ressortir l'intérêt considérable de la nouvelle météorite.

La croûte noire, qui, comme je l'ai dit, l'enveloppe de toutes parts, suffirait seule à la distinguer de l'immense majorité des pierres tombées du ciel; au lieu d'être mate et terne comme c'est le cas ordinaire, elle est en effet vernissée et brillante comme un émail. Or ce caractère suffit à nous avertir que la roche cosmique, au lieu de consister dans le mélange normal de divers silicates presque exclusivement magnésiens, renferme une proportion très notable d'alumine engagée dans des espèces feldspathiques et spécialement l'anorthite. Elle se range sinon dans le type que Gustave Rose a qualifié d'*eukrite*, au moins dans son voisinage, comme a déjà fait la *shergottite*.

Du reste le Service géologique du Caire a fait les choses à mon égard encore mieux que je ne le laissais entendre tout à l'heure. A l'échantillon intact qui vient d'être décrit et qu'on sera heureux de déposer tel quel dans la collection, il a bien voulu joindre un joli fragment provenant d'un autre spécimen et où l'on peut étudier la cassure de la roche. Cette provision me

servira à faire une étude complète et une analyse qui seront publiées dans le *Bulletin de l'Institut égyptien*.

J'ajouterai qu'on n'avait jamais jusqu'ici constaté de chute météoritique sur le territoire de l'Égypte.

M. F. de Mély adresse une Lettre sur un *Traitement de la fièvre aphteuse*.

La séance est levée à 3 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 aout 1911.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre, t. LVII. Paris, Charles-Lavauzelle, 1911; 1 vol. in-8°.

Recueil des travaux du Conseil départemental d'Hygiène de la Gironde. Années 1909 et 1910; t. IV. Bordeaux, Ragot, 1911; 1 vol. in-8°.

Rapporto annuale dello I. R. Osservatorio marittimo di Trieste per l'anno 1907, t. XXIV. Trieste, 1911.

Republica de Chile ; Anuario del Servico meteorolójico de la direccion del territorio maritimo. Tomo undécimo correspondiante al año 1909. Valparaiso, Talleres tipograficos de la Armada, 1910; 1 vol. in-8°.

I. *General theorems relating to equilibrium and initial and steady motions.* — II. *A statical theorem*, by Lord Rayleigh, M. A., F. R. S.; 3 broch. in-8°.

Report of the eightieth meeting of the british Association for the advancement of Science. London, John Murray, 1911; 1 vol. in-8°.

Annals of the New York Academy of Sciences, Parts I et II. New York, 1910; 2 vol. in-8°.

Iowa geological Survey. Volume XX; *Annual report* 1909 *with accompanying papers.* Des Moines, 1910; 1 vol. in-8°.

Astronomical and astrophysical Society of America : Publications, t. I. Ann Arbor, Michigan, 1910; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 AOUT 1911.

Archives des Sciences physiques et naturelles. Les retours de froid en juin à Genève et au Grand Saint-Bernard. Genève, Bureau des Archives, 1911; 1 broch. in-8°.

Observations faites aux fortifications de Saint-Maurice pendant l'année 1910. Genève, Société générale d'Imprimerie, 1911; 1 broch. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1910 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par R. GAUTIER. Genève, Société générale d'Imprimerie, 1911; 1 broch. in-8°.

Annales de E. MERCK. *Exposé des acquisitions nouvelles dans le domaine de la pharmaco-thérapie et de la pharmacie.* Darmstadt, 1911; 1 vol. in-8°.

General index to the monthly notices of the Royal astronomical Society, t. LIII to LXX, 1892-1910. London, Royal astronomical Society, 1911; 1 vol. in-8°.

Influencia de la quimica y fisico-quimica en el adelanto de la farmacodinamia y terapeutica. Buenos-Aires, Malena, 1911; 1 broch. in-8°.

La doctrina de la generación espontánea, su evolución y estado actual. Buenos-Aires, Coni Hermanos, 1911, 1 broch. in-8°.

Časopis moravského musea zemského. Vydává moravska musejni spoleínost. V. Brné, 1911; 1 vol. in-8°.

Comptes rendus des séances de la seizième Conférence générale de l'Association géodésique internationale à Cambridge du 21 *au* 29 *septembre* 1909. Berlin, Reimer, 1911; 1 vol. in-4°.

Veröffentlichungen des Kaiserlichen Observatoriums in Wilhelmshaven. Ergebnisse der magnetischen Beobachtungen, von Prof. Dr BIDLINGMAIER. Berlin, Ernest Siegfried, 1911; 1 fasc. in-4°.

Institution of mechanical Engineers. London, 1910; 1 vol. in-8°.

Twenty-sixth annual report of the Bureau of animal industry for the year 1909. Washington, Government printing office, 1911; 1 vol. in-8°.

Annual report of the Board of regents of the Smithsonian Institution, 1909. Washington, Government printing office, 1910; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 SEPTEMBRE 1911.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1910-1911, t. VIII. Nancy, Berger-Levrault. 1911; 1 vol. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique, t. XX, fasc. 8. Bruxelles, Soyez, 1911; 1 fasc. in-8°.

Cartes et explorations géologiques des régions aurifères d'Iénisséi, de la Léna et de la Zéia. Saint-Pétersbourg, 1910, 4 fasc. in-8°.

Geologie der Ringel-Segnesgruppe, von MORITZ BLUMENTHAL. Bern, 1911; 1 fasc. in-4°.

Geologie der Gebirge nordlich von Interlaken, von PAUL BECK. Bern, 1911; 1 fasc. in-4°.

Troisième supplément à la description géologique de la partie jurassienne de la feuille 7, par le Dr LOUIS ROLLIER. Berne, 1910; 1 vol. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, 1910.

ERRATA.

(Séance du 19 juin 1911.)

Note de MM. *Georges Baume* et *F.-Louis Perrot*, Courbes de fusibilité des mélanges gazeux :

1° Figure de la page 1764 : la courbe $CO^2 — CH^3OH$ doit être prolongée jusqu'à l'origine CO^2 dans les mêmes conditions que la courbe $CO^2 — (CH^3)^2O$.

2° Page 1764, note (1) : au lieu de *Journal de Physique*, lire *Journal de Chimie physique*.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 SEPTEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Un complément sur un théorème relatif aux équations intégrales de troisième espèce.* Note de M. **Émile Picard.**

1. Dans une Note récente j'ai fait connaître une proposition générale sur les équations intégrales de *troisième* espèce (*Comptes rendus*, 6 juin 1911). Bornons-nous au cas simple de l'équation

$$(1)\qquad f(x)+\lambda\int_a^b \frac{K(x,y)}{y-\alpha}f(y)\,dy=\psi(x),$$

où α est compris entre a et b. Je rappelle que l'intégration est faite en détachant de l'intervalle (a, b) l'intervalle $(\alpha-\varepsilon, \alpha+\eta)$, et en faisant tendre ε et η vers zéro.

Nous avons établi (*loc. cit.*) que l'équation intégrale (1) admet une solution $f(x)$ dépendant d'une constante arbitraire qui est la limite de $\log\frac{\eta}{\varepsilon}$. Il résultait de la démonstration même que $f(x)$ était une fonction méromorphe de cette constante, mais un peu d'attention montre très facilement que *cette fonction méromorphe se réduit à une fonction linéaire fractionnaire.*

2. Pour le voir, il n'y a qu'à se reporter à l'expression de $f(x)$, qui n'est autre d'ailleurs que celle de Fredholm, où l'on supprime l'intervalle $(\alpha=\xi, \alpha=\eta)$; supposons d'ailleurs $\alpha=0$.

Il suffira de considérer ici le dénominateur qui dans notre problème a la forme

$$D(\lambda) = \sum \frac{\lambda^n}{1.2\ldots n} \int\int\cdots\int \frac{K\begin{pmatrix} x_1, x_2, \ldots, x_n \\ x_1, x_2, \ldots, x_n \end{pmatrix}}{x_1 x_2 \ldots x_n} dx_1\, dx_2 \ldots dx_n,$$

le numérateur ayant la signification habituelle, et l'intégrale multiple étant étendue pour les diverses variables à l'intervalle (a, b) dont on a supprimé l'intervalle indiqué. Nous avons à vérifier que le coefficient de λ^n est une fonction linéaire de $\log \frac{\eta}{\varepsilon}$.

Pour abréger l'écriture, prenons $n = 3$. D'après les hypothèses faites sur $K(x, y)$, nous avons le développement en série

$$K(x, y) = \sum x^m F_m(y),$$

et le coefficient de $\frac{\lambda^3}{1.2.3}$ est une somme d'intégrales de la forme

$$(\lambda) \qquad \int\int\int \frac{A_{m,n,p}}{x_1 x_2 x_2} dx_1\, dx_2\, dx_3,$$

en posant

$$A_{m,n,p} = F_m(x_1)\, F_n(x_2)\, F_p(x_3) \begin{vmatrix} x_1^m & x_1^n & x_1^p \\ x_2^m & x_2^n & x_2^p \\ x_3^m & x_3^n & x_3^p \end{vmatrix}.$$

Si $mnp \neq 0$, l'intégrale (2) ne donnera pas de terme en $\log \frac{\eta}{\varepsilon}$. Soit alors $p = 0$; dans le cas où ni m ni n ne sont nuls, chaque terme de $A_{m,n,p}$ aura en facteur une puissance de deux des trois lettres x_1, x_2, x_3, et, par suite, $\log \frac{\eta}{\varepsilon}$ ne figure qu'au premier degré. Enfin si, outre $p = 0$, on a m ou n nul, l'intégrale est nulle. Il résulte de là que $D(\lambda)$ est un polynome du premier degré en $\log \frac{\eta}{\varepsilon}$.

On démontre par des considérations analogues que le numérateur de l'expression donnant $f(x)$ est aussi une fonction linéaire de $\log \frac{\eta}{\varepsilon}$.

3. On pouvait deviner bien aisément la proposition précédente par l'examen d'un cas particulier utilisé déjà par plusieurs auteurs dans la

théorie de l'équation de Fredholm, celui où

$$K(x, y) = X_1Y_1 + X_2Y_2 + \ldots + X_mY_m,$$

les X et les Y étant respectivement des fonctions de x et de y.

La solution $f(x)$ de l'équation

$$f(x) + \int_a^b \frac{X_1Y_1 + \ldots + X_mY_m}{y - \alpha} f(y)\,dy = \psi(x)$$

est manifestement de la forme

$$f(x) = C_1X_1 + C_2X_2 + \ldots + C_mX_m + \psi(x),$$

où les C ne dépendent pas de x. On les calcule immédiatement, et l'on obtient des fonctions linéaires fractionnaires de $\log \frac{\eta}{\varepsilon}$ de même dénominateur.

BIOLOGIE. — *Sur les mécanismes de la variation des races et les transformations moléculaires qui accompagnent ces variations.* Note de M. **Armand Gautier**.

Quoique les principes de l'adaptation au milieu et de la sélection naturelle paraissent à de bons esprits pouvoir expliquer la variation des êtres vivants et, au besoin, la formation lente et continue d'espèces nouvelles, les théories de Lamarck et de Darwin ne donnent point la raison des brusques modifications, en apparence spontanées, que l'on remarque assez souvent chez les plantes et les animaux quand on les observe en nombre suffisant.

Je voudrais montrer d'abord que ces variations qui apparaissent tout à coup sont l'origine principale des races et qu'elles peuvent être rapportées à deux causes prépondérantes, sinon exclusives : 1° l'action d'un plasma fécondateur étranger sur l'ovule végétal ou animal; 2° la symbiose de plasmas végétatifs appartenant à des races, quelquefois à des espèces différentes, plasmas aptes à entrer en *coalescence*, c'est-à-dire à croître et à fonctionner en union intime avec les plasmas qu'ils modifient.

A. — C'est de mes études sur la composition chimique, la constitution et la variation des pigments des diverses sortes de vignes que sont nées mes premières conceptions sur un sujet qui n'entre pas, en apparence, dans le cadre habituel de mes recherches. Je reviendrai tout à l'heure sur les

résultats de ce long travail ([1]). Je dirai ici seulement que dès 1879 je remarquai que, chez les plantes au moins, la variation provoquée par la fécondation croisée, ou l'apparition, quelle qu'en soit d'ailleurs la cause, d'une race nouvelle, n'entraîne pas seulement des changements anatomiques ou fonctionnels extérieurs, mais qu'elle modifie jusqu'aux molécules intégrantes, spécifiques, de l'être nouveau. J'osai en conclure que la trame vivante du végétal, elle-même, est ainsi changée puisqu'ont changé les produits de son fonctionnement et qu'inscrite dans cette trame vivante, celle-ci devait être, dans les cas favorables du moins, capable de transmettre la variation qu'elle porte en elle. C'est ce que je ne tardai pas à vérifier grâce à l'enquête que je fis à cette époque chez les horticulteurs et les savants les plus aptes à me renseigner à cet égard.

Les horticulteurs et botanistes ont observé, depuis longtemps, la transmission possible des caractères spécifiques du greffon au porte-greffe et inversement.

Tous les botanistes connaissent aujourd'hui le célèbre néflier de Bronvaux près Metz. C'est un néflier plus que centenaire, autrefois greffé sur aubépine. Toute la partie de l'arbre sortie du greffon est bien un néflier, mais il y a quelques années, un peu au-dessous de la greffe, sur le vieux tronc d'aubépine, a poussé un rameau de néflier différant, d'ailleurs, des autres rameaux en ce que son bois est épineux et qu'au lieu de porter des fleurs solitaires comme le néflier, ses fleurs au nombre de 12, mais semblables à celles du néflier, sont réunies en corymbe comme dans l'aubépine. On voit ici les caractères du greffon se transmettre au porte-greffe, non sans s'être sensiblement modifiés en raison de la conjugaison des deux plasmas.

Cette transmission des caractères d'une espèce à une autre, par l'intermédiaire des plasmas végétatifs, est plus facile et plus sûre si l'on opère sur des plantes herbacées. M. le professeur L. Daniel greffe l'*Helianthus lætifolius*, sorte de petit Soleil, sur l'*Helianthus annuus*. Le premier est une plante vivace à tige ligneuse à rhyzomes très développés se renflant en tubercules ; le second est une plante annuelle dont la tige est pourvue d'une moelle abondante, riche en inuline. De cette coalescence, est provenue une race de Soleils, bien plus persistante que les *annuus*, à tige ligneuse et dure, à épiderme vert sombre, portant de nombreuses lenticelles comme la tige du

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. 85, p. 755; t. 86, p. 1507; t. 87, p. 64. — *Bull. Soc. chim.*, 2e série, t. XXXIII, p. 582; t. XLIII, p. 2. — *Comptes rendus*, *Assoc. franç. pour l'avancement des Sciences*, 1879, p. 392. — *Hommage à Chevreul à l'occasion de son centenaire*, p. 29 à 52. Paris, Alcan, éditeur; 1886.

petit Soleil qui avait fourni le greffon, alors que la tige du grand Soleil non greffé est vert pâle, à poils persistants et presque sans lenticelles.

Voilà donc bien le caractère du greffon transmis par les plasmas au porte-greffe; et voici la réciproque :

Parmi bien des observations pouvant servir à la démontrer, je citerai d'abord celle qui me fut aussitôt signalée par le célèbre hybrideur lyonnais, Jurie, comme confirmant entièrement mes théories, communiquées quatre ans avant au Congrès viticole de Lyon (1896) (¹) : un pied de vigne *Labrusca* (variété *Isabelle*), cépage américain dioïque, avait été, en 1882, greffé de Poulsard, espèce française hermaphrodite. En 1899, sur un rameau issu du greffon, apparut non plus le feuillage du Poulsard, mais celui du *Labrusca Isabelle* de l'espèce greffée. Les fleurs de ce rameau eurent la hâtivité de l'Isabelle; ses fruits intermédiaires entre ceux des deux espèces participaient aussi, comme je m'en assurai moi-même, à la couleur des deux conjoints. Les vrilles de ce rameau étaient continues, généralement 4 à 5 de suite, comme dans les *Labrusca;* en un mot, le porte-greffe avait communiqué par ses plasmas à une branche du greffon une partie des caractères de son espèce (²).

C'est ce que vient de retrouver dernièrement M. E. Griffon (³) sur cette branche d'Amandier poussée sur un Pêcher autrefois greffé sur Amandier. C'est aussi ce qu'avait déjà établi les très nombreuses greffes de piment sur tomate, aubergine sur tomate, etc., de M. L. Daniel.

Remarquons que ces variations, dues au mariage de plasmas végétatifs, sont assez stables pour pouvoir, dans certains cas (non certes dans tous), se transmettre même à la graine. M. L. Daniel a établi que celles qui proviennent, par exemple, de l'alliaire greffée sur choux, du pois de Knight sur fève vulgaire, etc., donnent par semis des plantes qui participent des qualités mixtes de deux espèces (⁴).

Chose bien expressive et qui vient appuyer fortement ma démonstration, si l'on peut marier par la greffe et faire varier ainsi deux espèces voisines, quelquefois même associer des genres voisins, on n'y peut parvenir si dans deux espèces même très rapprochées les plasmas sont symétriquement inverses l'un de l'autre. On ne saurait faire pénétrer une vis dextrogyre

(¹) Voir *Revue de Viticulture*, t. VI, p. 573 et 597, et *Revue scientifique*, 4ᵉ série, t. VII, p. 161.

(²) Publié dans la *Revue des hybrides franco-américains* de P. Gouy, juillet 1902, p. 152. « Ces faits, conclut M. Jurie, nous apportent la confirmation des idées de M. A. Gautier sur les mécanismes moléculaires de la formation des races et des espèces. »

(³) *Comptes rendus*, t. 153, p. 521.

(⁴) Voir L. Daniel, *Quelques applications pratiques de la greffe herbacée* (Paris, 1894; Klingsieck, éditeur) et *Influence du sujet sur la greffe et réciproquement* (Congrès horticole, 1898).

dans un écrou lévogyre de même pas et de même diamètre; il en est de même du plasma végétal. Les Chicoracées se greffent bien entre elles, mais à l'exclusion des espèces qui forment de l'inuline, substance *amylacée lévogyre*, sur celles qui donnent de l'*amidon dextrogyre*. L'inversion des deux isomères témoigne de l'inversion des plasmas qui les ont produites et explique la non-conjugaison de ceux-ci.

Des faits analogues s'observent chez les animaux : La coalescence de la semence mâle d'une race ou d'une espèce avec les plasmas de l'ovule d'une autre race n'a pas seulement pour effet de produire un hybride (mulet, léporide, etc.). La femelle ainsi une fois imprégnée, lorsqu'elle est ensuite fécondée par un mâle de son espèce, pourra donner un produit qui gardera quelques-uns des caractères du générateur étranger primitif. Ce sont là les faits dits de *télégonie*. Il faut en rapprocher, certainement, ceux qu'on observe à la suite de l'inoculation de certains virus qui, modifiant les plasmas, les rendent impropres à contracter désormais, ou pour longtemps, les maladies virulentes correspondantes.

Nous concluons que, lorsque l'être vivant, végétal ou animal, subit la coalescence de certains plasmas, fécondatifs, végétatifs, virulents, zymasiques, empruntés à d'autres espèces, il peut résulter de cette symbiose une variation qui se traduit par une modification subite de la race ou de l'espèce, modification que les plasmas de l'être nouveau transportent et peuvent transmettre à leur tour.

B. — En quoi consistent essentiellement les modifications ainsi provoquées? Les observations suivantes, qui datent de 1878-1882, m'ont définitivement renseigné sur ce point très délicat [1].

On connaît dans le genre *Vitis* une vingtaine d'espèces à fleurs hermaphrodites originaires de l'ancien continent, et quinze espèces environ, à fleurs dioïques, dites *cépages américains*. Dans l'espèce *Vitis vinifera Europea*, qui comprend toutes nos vignes françaises, on distingue près de 2000 races ou cépages.

Quelle est leur origine? Pollinisation, semis, rapprochement voulu ou fortuit de leurs plasmas végétatifs, symbioses cryptogamiques, piqûres d'insectes, traumatismes, cultures, climats? On l'ignore de presque toutes. Toujours est-il que les caractères extérieurs de ces nombreux cépages permettent de les distinguer entre eux.

Jusqu'à 1878, on a cru que les races d'une même espèce végétale, tout en différant entre elles par la taille, la forme de leurs rameaux ou de

[1] Voir plus haut les Mémoires cités.

leurs feuilles, la disposition du fruit et sa richesse en principes sucrés ou colorants, la fertilité, la hâtivité, etc., on a cru que toutes ces races étaient construites des mêmes matériaux protéiques, cellulosiques, colorants, amylacés, etc. Mais en examinant à cette époque très attentivement le pigment du fruit de la vigne européenne, je constatai, non sans une grande surprise, que chaque race de vigne produisait dans la pellicule ou la pulpe de son fruit un pigment spécifique chimiquement différencié propre à chacune de ces races. J'inscris ici, pour la comparaison, les formules brutes de chacun de ces principaux pigments :

	Formule du pigment.
Cépage Aramon....................	$C^{46}H^{36}O^{20}$
Cépage Carignan................	$C^{42}H^{40}O^{20}$
Cépage Grenache................	$C^{46}H^{44}O^{20}$
Cépage Teinturier..............	$C^{44}H^{40}O^{20}$
Cépage Gamay..................	$C^{40}H^{40}O^{20}$
Cépage Petit-Bouchet..........	$C^{45}H^{38}O^{20}$
etc. etc.	etc.

A chaque cépage répond donc son pigment spécifique.

Examinant alors la constitution de chacun de ces pigments, je constatai qu'ils ont tous une structure semblable. Tous sont des acides multibasiques faibles dérivant de l'union à un radical trivalent de trois branches constituées par un polyphénol en partie carboxylé (quelquefois amidé), constitution analogue à celle de l'aurine ou de la fuchsine ([1]). Tous ces pigments donnent par hydrolyse une phloroglucine et un acide aromatique particulier à chacun, mais toujours de structure analogue (acide protocatéchique, hydroprotocatéchique, acide caféique, etc.).

C'est ainsi que la cause qui a provoqué la variation ou la race, non seulement a modifié les parties apparentes du végétal, mais aussi elle a différencié, modelé son pigment en agissant sur les chaînes latérales de sa molécule, tout en respectant sa structure chimique générale, comme elle a respecté les formes et les caractères généraux de l'espèce.

Les mêmes constatations peuvent se faire pour les autres principes d'une même famille végétale et les autres végétaux. Tels dans la famille des Rubiacées, les tanins du Caféier, de la Garance, des Quinquinas, qui diffèrent tous entre eux.

De même, j'ai montré que chaque Acacia (*A. catéchu*, *A. arabica*, *A. farnesiana*, etc.), produit sa catéchine spéciale ([2]), mais, comme pour les pigments de la

([1]) La constitution analogue de la fuchsine ne fut donnée qu'un an après par E. Fischer. (Voir *Deutsch Chem. Gesell.*, 1880.)

([2]) *Comptes rendus*, t. 85, p. 342 et 752; t. 86, p. 668.

vigne, auxquels elles se rattachent, du reste, par leur constitution, toutes ces catéchines, avant moi confondues entre elles, *appartiennent à la même famille chimique* et ont même structure générale.

Ainsi nous constatons ce fait fondamental que dans le règne végétal, tout au moins, le simple passage d'une race à une autre, à plus forte raison d'une espèce à l'autre, entraîne une variation si profonde de l'être qu'à l'exception de quelques principes banaux, qu'on retrouve dans la plupart des plantes (sucre, amidon, cellulose peut-être), tous les principes propres à l'espèce ou à la famille : tanin, pigments, essences, alcaloïdes, chlorophylles, etc. (celles-ci comme je l'ai établi plus particulièrement), tous ces principes ont varié, tout en conservant les traits essentiels de leur espèce chimique commune.

Ces modifications décelables à l'analyse et à la balance, des principes spécifiques constitutifs de la trame végétale, aussitôt que varie la race, sont les signes irrécusables des modifications correspondantes survenues dans les plasmas producteurs de ces principes nouveaux. Si le produit varie, c'est que le producteur a varié; on conçoit, en effet, qu'à toute modification de structure des protoplasmas doive répondre une modification de leur fonctionnement et de leurs produits. De sorte que les modifications extérieures de l'être, les caractères de la race, ne sont que les signes extérieurs des modifications micellaires invisibles, mais bien réelles, dont témoigne la variation des produits.

Sans doute on peut concevoir que les conditions du milieu extérieur venant à changer : température, éclairement, radiations spéciales, alimentation, usage ou inutilisation de certains organes, etc., quelques-uns des principes spécifiques dont est construit l'être vivant puissent disparaître ou se modifier. Encore ne comprend-on pas comment on pourrait passer ainsi d'un principe à un autre, car le saut est toujours brusque entre deux principes chimiques définis et entre eux les intermédiaires n'existent pas. Du reste, l'adaptation au milieu extérieur ne saurait produire que des effets très lents et continus; au contraire la symbiose des plasmas vivants, lorsqu'elle est réalisable, doit avoir pour conséquence nécessaire la variation brusque du fonctionnement du plasma résultant et par conséquent de ses produits.

C'est ce que j'exposais en 1886 dans mon Mémoire *Sur le mécanisme de la variation des êtres vivants* (1). J'expliquais dès lors ces variations brusques observées chez les plantes et les animaux eux-mêmes, par la *coalescence* de plasmas étrangers, fécondatifs ou végétatifs, venant modifier les plasmas

(1) Voir *Hommage à Chevreul*, déjà cité plus haut.

normaux de l'être. C'est l'époque même où de Vries allait commencer ses études sur les *Œnothera* dont les variations ou *mutations*, aptes à être reproduites par semis, firent l'objet de son célèbre Mémoire publié cinq ans après (1901). On a vu que L. Daniel a relevé de son côté la transmissibilité par la graine de plusieurs des variations qu'il introduisait par la greffe. Depuis, les remarques de MM. Blaringhem et Viguier (1910) sur les variations de la *Capsella bursa pastoris* [1] et les observations publiées de divers côtés (Molliard, Gaertner, Charabot et Ebray, etc.), ont confirmé ces faits de variations brusques que je rattache pour la plupart à la coalescence de plasmas étrangers, fécondants, végétatifs, virulents ou zymasiques, variations dont mes recherches sur les catéchines, les tanins, les chlorophylles et surtout les pigments de la vigne, éclairent le mécanisme moléculaire intime.

C. — La coalescence des plasmas végétatifs, somatiques ou virulents est autrement puissante que la fécondation sexuelle croisée pour associer les espèces et produire des races nouvelles. Cette coalescence, en effet, peut se réaliser, non seulement entre des espèces souvent éloignées, mais quelquefois entre genres différents, ce que la pollinisation ne saurait réaliser. La pollinisation de la Tomate (genre *Lycopersicum*) par le Piment (genre *Capsicum*) ne peut réussir, alors qu'on obtient la coalescence modificatrice de leurs deux plasmas grâce à la greffe. Celle qu'a réalisée L. Daniel entre *Vernonia* (Composées) et *Xanthium* (Ambrosiacées) amène aussi des variations qu'on ne saurait produire par une fécondation impossible entre familles ou genres différents.

Bien plus, le plasma excitateur de la modification de l'être peut être apporté par des insectes, des microbes, quelquefois par des mycéliums de champignons agissant sur les parties souterraines de la plante (Marin Molliard).

Voici quelques exemples de ces faits imprévus, réalisables en raison sans doute d'une mystérieuse analogie, qui nous échappe encore, entre les plasmas de l'être modifiable et l'excitateur.

Je rapportais, dans mon premier Mémoire de 1886, que sur un Rosier à cépales glabres, un rameau à roses mousseuses apparut un jour au Jardin du Luxembourg à Paris, il y a une cinquantaine d'années. En examinant ce rameau anormal, on trouva (et l'on trouve toujours sur cette variété) que la branche aberrante portait un certain nombre de bédégars à surface mousseuse produite par la piqûre d'un Cynips qui communique au Rosier qui le nourrit et à la galle où il enferme sa larve, la propriété de produire les excroissances moussues qui caractérisent cette variété.

---

(1) Voir *Hommage à Chevreul*, déjà cité plus haut.

Sur certains pieds de Menthe poivrée (*Mentha piperata*), on voit des rameaux où l'inflorescence prend la disposition de celle d'un genre voisin, le Basilic (*Ocymun basilicum*). Ces rameaux, dits *basiliqués*, produisent une essence d'odeur particulière et *dextrogyre*, contrairement à l'essence *lévogyre* et d'odeur poivrée que fournit le reste de la plante. Or MM. Charabot et Ebray ont établi, en 1898, que cette variation si profonde de la Menthe poivrée est toujours due à la piqûre d'un insecte ([1]).

D'après M. Marin Molliard, les fleurs de *Matricaria inodora*, sous l'influence du *Peronospora raddii*, prennent l'aspect des fleurs doubles de Radiées.

D'après les observations de Meehan, rapportées par A. Giard, les *Liatris* et les *Vernonia*, lorsque leurs racines sont atteintes par le mycélium d'un champignon, deviennent rameux, paniculés, à tiges fasciées. Leurs anthères restent infécondes, le pistil est respecté; d'hermaphrodites, ces plantes se transforment en unisexuées.

Ne semble-t-il pas qu'on doive invoquer ici l'influence d'un virus ou d'une zymase étrangère venant (comme dans le cas du virus vaccinal ou typhique) modifier les plasmas de la plante et son fonctionnement?

Quelquefois, au contraire, c'est l'une des zymases naturelles nécessaires au développement normal et progressif de l'individu qui, venant à faire défaut, paraît occasionner la variation, comme il advient chez l'homme dans le cas de myxœdème ou lorsque, non encore adulte, on le prive des glandes génitales. Ainsi sans doute doit s'expliquer l'influence des graves mutilations, signalée à plusieurs reprises par M. L. Blaringhem, dans l'apparition d'espèces nouvelles ([2]). En sectionnant la tige du Maïs au ras du sol, *au moment où le panicule mâle va se développer*, le Maïs dit *de Pensylvanie* se change en *Zea Mays pseudo-androgyna*, espèce nouvelle apte à se transmettre par semis.

Sans doute ces modifications profondes, subites, de la race et de l'espèce ne sont pas toujours transmissibles par graines, comme celle du Choux greffé d'Alliaire, des *Œnothera* ou du Maïs, mais elles échappent toutes aux lois de l'adaptation lente et successive, et ne frappent qu'un petit nombre d'individus *sur des milliers* soumis aux mêmes conditions extérieures.

D. — Nous concluons que c'est par la coalescence des plasmas vivants, sexuels ou somatiques, agissant par fécondation, greffe, symbioses parasitaires ou virulentes, quelquefois peut-être par soustraction des zymases nécessaires au développement normal, que se font les modifications plasma-

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 119.

([2]) *Comptes rendus*, t. 115, p. 6; t. 142, 25 juin 1906; t. 143, p. 245, 1249 et 1252.

tiques et fonctionnelles d'où sont originaires la plupart des races et, sans doute aussi, des espèces actuelles. Les modifications ainsi survenues sont subites et non successives; elles transforment jusqu'aux principes constitutifs de l'être nouveau. Mais loin d'être monstrueux, les individus et les races ainsi produites ne franchissent généralement pas dans leurs variations les limites au delà desquelles disparaissent les analogies des formes anatomiques, et les principes spécifiques dont sont construits leurs plasmas, tout en se modifiant, conservent leur structure chimique générale.

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales.* Note de M. **A. Korn**, transmise par M. Émile Picard.

Reprenons les notations de mes deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, 17 juillet et 31 juillet 1911) et la supposition de deux noyaux $k'(x,y)$ et $k(x, y)$, symétriques et réciproques par rapport au noyau $K(x, y)$; je voudrais signaler un cas spécial que j'avais surtout en vue pour les applications dans la Physique mathématique : c'est le cas où il y aura symétrie aussi dans les noyaux itérés

$$\begin{array}{lll} k'_1(x, y), & k'_2(x, y), & \ldots, \\ k_1(x, y), & k_2(x, y), & \ldots; \end{array}$$

il suffit de supposer la symétrie des fonctions $k(x,y)$, $k_1(x,y)$, $k'(x,y)$, $k'_1(x,y)$, la symétrie des autres fonctions en sera une conséquence nécessaire.

La classe des équations intégrales

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} &\varphi(x) - \lambda\int_0^1 \varphi(y)\,K(x, y)\,dy = f(x), \\ &\varphi'(x) - \lambda\int_0^1 \varphi'(y)\,K(y, x)\,dy = \overline{f(x)}, \end{aligned} \right.$$

dont le noyau satisfait à une telle condition est la plus importante après la classe des noyaux symétriques satisfaisant à la condition

$$K(x, y) \equiv K(y, x).$$

Appelons ces noyaux *pseudosymétriques;* pour ces noyaux il n'y aura des fonctions fondamentales que de l'ordre zéro, c'est-à-dire les équations (1) n'auront que des pôles simples, et l'inégalité fondamentale

$$J_j^2 \leqq J_{j-1} J_{+1} \tag{2}$$

permettra de traiter la théorie des noyaux pseudosymétriques à l'aide de la méthode des approximations successives tout à fait comme la théorie des noyaux symétriques.

On aura les développements

$$K(x, y) = \sum_1^{\infty}{}_j \frac{1}{\lambda_j} \sum_1^{n_j}{}_\rho \varphi_{j,\rho}(x) \varphi'_{j,\rho}(y), \tag{3}$$

$$\left\{\begin{aligned} k(x, y) &= \sum_1^{\infty}{}_j \sum_1^{n_j}{}_\rho \varphi_{j,\rho}(x) \varphi_{j,\rho}(y), \\ k'(x, y) &= \sum_1^{\infty}{}_j \sum_1^{n_j}{}_\rho \varphi'_{j,\rho}(x) \varphi'_{j,\rho}(y), \end{aligned}\right. \tag{4} \text{ [1]}$$

sinon pour les fonctions $K(x, y)$, $k(x, y)$, $k'(x, y)$ elles-mêmes, du moins pour les fonctions itérées,

$$\begin{aligned} &K_1(x,y), \quad K_2(x,y), \quad \ldots. \\ &k_1(x,y), \quad k_2(x,y), \quad \ldots, \\ &k'_1(x,y), \quad k'_2(x,y), \quad \ldots, \end{aligned}$$

à partir d'un indice fini.

On remarquera que les fonctions fondamentales

$$\varphi_{j,\rho}, \quad \varphi'_{j,\rho}$$

ne coïncident pas avec les « Eigenfunktionen » de M. E. Schmidt dans le cas de noyaux asymétriques.

Pour finir, je voudrais ajouter encore une remarque pour préciser un point dans ma première Note : au cas où la condition de la pseudosymétrie n'est pas remplie, c'est-à-dire dans le cas où les fonctions

$$k_1(x,y), \quad k'_1(x,y)$$

ne seront plus symétriques, il faut d'abord trouver un noyau $H(x, y)$, pour

---

[1] Je suppose ici toutes les valeurs λ_j réelles; le cas général n'offre du reste aucune difficulté.

lequel l'inégalité (2) sera remplie, et de telle sorte que les quotients

$$\frac{\delta_j}{\delta_{j-1}}$$

correspondant au noyau $K(x, y)$ soient toujours plus petits que les mêmes quotients correspondant au noyau $H(x, y)$.

Ce cas général offre encore quelques difficultés sur lesquelles je reviendrai dans un Mémoire plus explicite.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Théorème sur les valeurs caractéristiques.* Note de M. Tr. Lalesco, transmise par M. Émile Picard.

1. Il est intéressant, surtout quand on passe au domaine complexe, d'étudier la variation des valeurs caractéristiques de l'équation intégrale

$$\varphi(x) - \lambda \int_a^b N(xs)\,\varphi(s)\,ds = f(x),$$

en tant que fonctions des limites a et b. On peut établir, à ce sujet, les équations suivantes :

Supposons le noyau $N(x,y)$ *indépendant des limites a et b et soient* $D(\lambda; a, b)$, $D\binom{x}{y}\lambda; a, b)$ *les fonctions bien connues de Fredholm. On a*

$$(1) \qquad \begin{cases} D'_b = \lambda D\left(\begin{matrix} b \\ b \end{matrix}\lambda; a, b\right), \\ D'_a = -\lambda D\left(\begin{matrix} a \\ a \end{matrix}\lambda; a, b\right). \end{cases}$$

Ces formules résultent immédiatement du fait que, si $F(x_1, x_2, \ldots, x_n)$ est une fonction *symétrique* de ses arguments, on a

$$\frac{d}{db}\int_a^b \cdots \int_a^b F(s_1, s_2, \ldots, s_n)\,ds_1 \ldots ds_n = \frac{1}{n}\int_a^b \cdots \int_a^b F(bs_2, \ldots, s_n)\,ds_1 \ldots ds_n.$$

2. Considérons le cas d'un noyau symétrique et prenons une valeur caractéristique λ_n, à la seule fonction caractéristique $\varphi_n(x, b)$. A l'aide des formules (1), on obtient immédiatement

$$(2) \qquad \begin{cases} (\lambda_n)'_b + \varphi_n^2(b, b)\lambda_n = 0, \\ (\lambda_n)'_a - \varphi_n^2(a, a)\lambda_n = 0. \end{cases}$$

Ces formules nous donnent

$$\lambda_n = A\, e^{\int^a \varphi_n^2(a,a)\,da - \int^b \varphi_n^2(b,b)\,db},$$

où A dépend seulement de n, et permettent dans certains cas d'effectuer les passages aux équations intégrales singulières.

On a en outre, immédiatement, la propriété suivante :

Les valeurs caractéristiques d'un noyau symétrique sont des fonctions de b, jamais croissantes en valeur absolue avec b [1].

3. Dans les applications, il arrive souvent que le noyau $N(xy)$ dépend aussi de b. Dans ce cas on a la formule plus générale

$$\lambda'_n + \lambda_n \varphi_n^2(b,b) + \lambda_n^2 \int_a^b N'_b(st)\,\varphi_n(s)\,\varphi_n(t)\,ds\,dt = 0.$$

Cette équation de Riccati se déduit facilement de la relation

$$D'_b = \lambda D\begin{pmatrix} b \\ b \end{pmatrix}\lambda\Big) + \lambda \int_a^b D(\lambda)\,N'_b(ss)\,ds + \lambda^2 \int_a^b D\begin{pmatrix} s \\ t \end{pmatrix}\lambda\Big)\,N'_b(st)\,ds\,dt.$$

GÉOMÉTRIE. — *Sur le théorème de M. Jordan dans l'espace à n dimensions.* Note de M. **L.-E.-J. Brouwer**, transmise par M. Émile Picard.

Le théorème de M. Jordan, complété par M. Schœnflies, s'énonce ainsi : *Une variété fermée à une dimension sans points multiples détermine dans le plan deux régions; chaque point de la variété est accessible (erreichbar) pour chacune de ces régions.*

On généralise ce théorème en disant : *Une variété fermée F_{n-1} à $n-1$ dimensions sans points multiples détermine, dans l'espace E_n à n dimensions, deux régions ; chaque point de F_{n-1} est accessible pour chacune de ces régions.*

Une partie de ce théorème, savoir que F_{n-1} détermine dans E_n *au moins* deux régions, a été prouvée par M. Lebesgue (voir *Comptes rendus* du 27 mars 1911), j'ai divisé la partie restante en trois énoncés dont la démonstration complète se trouve dans une série de Mémoires qui paraîtront dans un autre recueil.

---

[1] Voir à ce sujet aussi H. Weyl, *Gött. Nachrichten*, 1911, p. 105.

Voici ces énoncés :

1° La frontière d'une région déterminée par F_{n-1} est identique à F_{n-1}.

2° F_{n-1} ne détermine que deux régions I et S.

3° Chaque point de F_{n-1} est accessible pour I et pour S.

Je résume brièvement mes raisonnements.

Soient E_{n-1} un espace plan à $n-1$ dimensions situé dans E_n, D l'une des deux régions déterminées dans E_n par E_{n-1}, P un point de E_{n-1} non appartenant à F_{n-1}. Soit R une région de F_{n-1} située dans D; la frontière de R se compose d'une partie F située dans E_{n-1} et une partie F' située dans D. Je dis que si R + F' sépare dans D le point P de l'infini, F' doit se réduire à zéro.

Pour le démontrer, décrivons dans E_{n-1} une hypersphère S_{n-2} à centre P et construisons moyennant une projection centrale à centre P une représentation univoque et continue de F sur S_{n-2}. Essayons d'étendre cette représentation à une représentation univoque et continue de R + F' + F sur S_{n-2}; nous trouverons d'une part que cette extension est impossible à cause de la séparation de P de l'infini, d'autre part qu'elle serait possible s'il existait une frontière F'.

On déduit de là qu'une partie fermée de F_{n-1} ne peut pas diviser E_n, ce qui entraîne la propriété 1°.

Soient S la région infinie, I une région finie déterminée dans E_n par F_{n-1}. Divisons F_{n-1} en deux régions, F'_{n-1} et F''_{n-1}, moyennant l'image biunivoque et continue j d'une hypersphère à $n-2$ dimensions. Au moyen d'un ensemble d'intervalles adhérents à F'_{n-1}, on réussit à construire une variété bilatérale $(n-1)$-dimensionale g_{n-1} située dans I, ayant j pour frontière, se composant d'éléments plans et divisant I en deux régions dont l'une a pour frontière $F'_{n-1}+g_{n-1}+j$, l'autre $F''_{n-1}+g_{n-1}+j$. Si la propriété 2° n'était pas satisfaite, F_{n-1} déterminerait une seconde région finie I'; on construirait dans I' une variété g'_{n-1} analogue à g_{n-1}, et l'ensemble $g_{n-1}+g'_{n-1}+j$ séparerait F'_{n-1} de F''_{n-1}, résultat absurde, puisque dans S on peut mener un arc simple joignant F'_{n-1} et F''_{n-1}.

Soit Q un point arbitraire de F_{n-1}. Construisons dans I une suite de variétés $g'_{n-1}, g''_{n-1}, g'''_{n-1}, \ldots$, ne se rencontrant pas et convergeant vers Q; joignons chaque $g^{(p)}_{n-1}$ à $g^{(p+1)}_{n-1}$ par un arc simple $\beta^{(p)}$, et chaque $\beta^{(p-1)}$ à $\beta^{(p)}$ par un arc simple $\vartheta^{(p)}$ situé dans $g^{(p)}_{n-1}$. L'ensemble des arcs $\beta^{(p)}$ et $\vartheta^{(p)}$ forme un arc simple situé dans I et aboutissant en Q; la propriété 3° est démontrée.

Parmi les conséquences de notre théorème je signale la bilatéralité intrinsèque de F_{n-1}, l'invariance de la région n-dimensionale, l'invariance du degré de transformation d'une variété bilatérale fermée, la généralisation de la notion d'indicatrice.

Quant à la proposition inverse, démontrée dans le plan par M. Schœnflies, pour $n > 2$, elle n'est plus valable.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les diverses méthodes de mesure de l'orientation en radiotélégraphie, dans le cas d'ondes entretenues.* Note [1] de M. A. **Blondel**, transmise par M. H. Poincaré.

Les cadres d'orientation ou systèmes aériens formés de deux antennes conjuguées, réglées au quart d'onde et agissant toutes deux par induction sur un même circuit récepteur, peuvent appartenir à deux types différents : *le type différentiel* (D), quand les forces électromotrices induites dans les deux antennes supposées à égale distance du poste émetteur sont opposées; *le type additif* (S), quand les forces électromotrices agissent par leur somme.

J'appellerai fonction goniométrique, $\text{gon}\,\theta$, la fonction qui définit la variation de la force électromotrice résultante en fonction de l'angle θ, que fait la perpendiculaire au plan du cadre avec la direction de propagation des ondes.

Soit $e_0 = \mathcal{E} \sin \omega t$ la force électromotrice induite dans une antenne simple, supposée placée suivant l'axe vertical médian du cadre et qui agirait par un jigger sur le détecteur; l'effet de ce dernier sur l'instrument récepteur dépend de la façon dont le détecteur intègre l'amplitude ou l'énergie des oscillations; sans pouvoir l'expliciter, je l'appellerai $F(e_0)$.

Supposons que les antennes réelles soient distantes de x et $-x$ de l'antenne fictive et que toutes les constantes des circuits soient les mêmes; $F(e_0)$ sera remplacé par $F(e_1 - e_2)$, pour les cadres du type D, et par $F(e_1 + e_2)$, pour les cadres du type S. Or on a, en posant $\xi = \frac{x \sin\theta}{\lambda}$:

$$e_1 - e_2 = 2 e_0 \sin 2\pi\xi; \tag{1}$$

$$e_1 + e_2 = 2 e_0 \cos 2\pi\xi. \tag{2}$$

Les fonctions $\text{gon}\,\theta$, relatives aux deux types de cadres, s'obtiennent en divisant ces expressions par $2e_0$ [2].

---

[1] Reçue dans la séance du 4 septembre 1911.

[2] Si les antennes conjuguées, au lieu d'être verticales, sont obliques ou polygonales, mais symétriques par rapport à l'axe vertical du cadre, et si l'on appelle $\pm x = f(z)$

Cela posé, on peut distinguer deux méthodes :

1° La *méthode du zéro* consiste à chercher la position du cadre pour laquelle l'effet utile du détecteur passe par zéro ; pratiquement, on cherche les deux positions pour lesquelles le téléphone donne le seuil de la sensation auditive, et l'on prend la bissectrice. Cette méthode est absolument sûre, mais manque de sensibilité quand le plan du cadre est voisin de la direction de propagation des ondes ([1]).

2° La *méthode de comparaison* repose sur la comparaison des effets de plusieurs cadres fixes, en pratique deux cadres placés à angle droit. La comparaison peut se faire de deux manières différentes : on peut tout d'abord opérer par compensation en opposant par des transformateurs, à rapports de transformation variables M et N, les effets des deux cadres sur un circuit unique contenant le détecteur ; si l'instrument était un galvanomètre, on le ramènerait ainsi au zéro ; mais pratiquement, comme c'est un téléphone, on détermine deux séries de valeurs de M et N qui annulent le son dans le téléphone.

En appelant ε la force électromotrice très petite correspondant à ce seuil de sensation, H la fonction inverse de F, on obtient ainsi deux relations :

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathrm{M}\,\mathrm{gon}\,\theta - \mathrm{N}\,\mathrm{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right) &= \mathrm{H}\left(\frac{\varepsilon}{2e_0}\right),\\ \mathrm{M'}\,\mathrm{gon}\,\theta - \mathrm{N'}\,\mathrm{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right) &= -\mathrm{H}\left(\frac{\varepsilon}{2e_0}\right).\end{aligned}\right.$$

---

l'équation de la figure géométrique de ces antennes, les deux expressions précédentes sont à remplacer respectivement par les intégrales :

$$(1)\qquad \mathrm{gon}\,\theta = \int_{z_0}^{z_1} \sin\left[\frac{2\pi f(z)\sin\theta}{\lambda}\right] dz,$$

$$(2)\qquad \mathrm{gon}\,\theta = \int_{z_0}^{z_1} \cos\left[\frac{2\pi f(z)\sin\theta}{\lambda}\right].$$

Ceci montre l'avantage qui résulte, pour la simplicité des calculs, des antennes verticales et des grandes longueurs d'onde.

([1]) En effet, les sensibilités sont proportionnelles aux dérivées des fonctions goniométriques, c'est-à-dire respectivement à

$$\frac{2\pi x\cos\theta}{\lambda}\cos\left(\frac{2\pi x\sin\theta}{\lambda}\right) \quad \text{et} \quad \frac{2\pi x\sin\theta}{\lambda}\sin\left(\frac{2\pi x\sin\theta}{\lambda}\right)$$

qui s'annulent toutes deux pour $\theta = \frac{\pi}{2}$.

Par addition, la fonction inconnue du second membre s'élimine d'elle-même et il reste l'équation

$$\frac{\operatorname{gon}\theta}{\operatorname{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)}=\frac{N+N'}{M+M'}. \tag{4}$$

Dans l'appareil bien connu que ses inventeurs ont appelé *radiogoniomètre*, les deux transformateurs sont combinés en un seul appareil dans lequel on a : $M=\cos\psi$, $N=\sin\psi$; d'où l'équation

$$\frac{\operatorname{gon}\theta}{\operatorname{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)}=\frac{\sin\psi+\sin\psi'}{\cos\psi+\cos\psi'}=\operatorname{tang}\frac{\psi+\psi'}{2}. \tag{5}$$

Pour θ très petit, le premier membre est égal à $\operatorname{tang}\theta$ (résultat déjà connu).

Une autre méthode plus récente de comparaison consiste à faire des *mesures alternées* en faisant agir alternativement sur le même ensemble de circuits récepteurs l'un et l'autre des deux cadres et modifiant M et N jusqu'à l'égalisation des sons. On fait ainsi appel à la sensibilité différentielle de l'oreille; soit ε' la force électromotrice minima correspondante. Les équations (3) sont alors remplacées par les suivantes :

$$\left\{\begin{array}{l} F(2e_0 M \operatorname{gon}\theta)-F\left(2e_0 N \operatorname{gon}\frac{\pi}{2}-\theta\right)=\varepsilon', \\ F(2e_0 M' \operatorname{gon}\theta)-F\left(2e_0 N' \operatorname{gon}\frac{\pi}{2}-\theta\right)=-\varepsilon'. \end{array}\right. \tag{6}$$

Leur solution n'est plus immédiate, mais exigerait une connaissance préalable des fonctions F et de la variation de e_0 en fonction de la distance.

La méthode de compensation est donc préférable à la méthode des mesures alternées. Il est à remarquer qu'elle offre d'ailleurs une précision plus constante quand θ varie [1].

---

[1] En supposant que la mesure de θ est faite directement par un galvanomètre, dans le cas du radiogoniomètre, on a

$$M \operatorname{gon}\theta - N \operatorname{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)=0. \tag{7}$$

Toute variation $d\theta$ de l'angle fait que cette différence n'est pas nulle, mais égale à une petite quantité $d\alpha$: la précision relative est

$$\frac{d\alpha}{d\theta}=M\frac{d\operatorname{gon}\theta}{d\theta}-N\frac{d\operatorname{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)}{d\theta}. \tag{8}$$

Dans le cas où M et N sont égaux respectivement, comme plus haut, à $\cos\psi$ et $\sin\psi$ et où la distance des antennes est assez faible pour qu'on puisse admettre la forme la

MAGNÉTISME. — *Solutions de sels magnétiques hétérogènes dans un champ magnétique hétérogène.* Note [1] de M. C. **Statescu**, transmise par M. G. Lippmann.

En variant l'expérience, qui vient de montrer l'effet de variation de concentration d'une solution d'un sel magnétique hétérogène [2] de telle façon que la solution soit aussi hétérogène, on constate l'arrangement de la solution autour des pôles dans des couches de concentration décroissante vers le milieu de la distance qui sépare les deux pôles.

Pour observer ce phénomène, le dispositif expérimental est le suivant :

On remplit à moitié une cuvette parallélépipédique ($2^{cm},2 \times 2^{cm} \times 0^{cm},5$ de dimensions intérieures) de solution d'un sel paramagnétique. Les deux parois latérales opposées, par où se fait l'observation, sont en plaques de verre homogène et bien parallèles. La solution est rendue hétérogène en y versant négligemment de l'eau, de façon que la séparation entre l'eau et la solution soit faite par une région de diverses concentrations. La cuvette est mise entre les pôles en biseau d'un électro-aimant, dont les

---

plus simple de la fonction goniométrique

$$\text{gon}\,\theta = \frac{2\pi x}{\lambda}\sin\theta; \qquad \text{gon}\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right) = \frac{2\pi x}{\lambda}\cos\theta,$$

le second membre de l'équation (7) se réduit à

$$(9) \qquad \frac{2\pi x}{\lambda}(\cos^2\theta + \sin^2\theta)$$

et est donc constant.

Si M et N peuvent varier indépendamment, la précision reste proportionnelle à la quantité (8), mais croît avec les valeurs absolues de M et N supposées toujours satisfaisant à l'équation (6). Cela prouve qu'il y a intérêt à toujours porter au maximum l'induction mutuelle du transformateur alimenté par le cadre qui reçoit la plus faible force électromotrice. Des appareils de ce genre ont été déjà réalisés, notamment par M. le commandant Ferrié.

Au contraire, dans le système de comparaison par mesures alternées, gon θ devant être remplacé par F(gon θ), fonction dépendant de la nature des phénomènes du détecteur, la sensibilité n'est plus constante.

(1) Présentée dans la séance du 24 juillet 1911.

(2) *Konzentrationsänderungen der Lösung eines magnetisierbaren Salzes in einem inhomogenen Magnetfeld, nach Beobachtungen von C. Statescu,* von W. Voigt (*Nachrichten d. K. Gesell. d. Wissenschaften zu Göttingen* : Math.-physik. Klasse, nov. 1910).

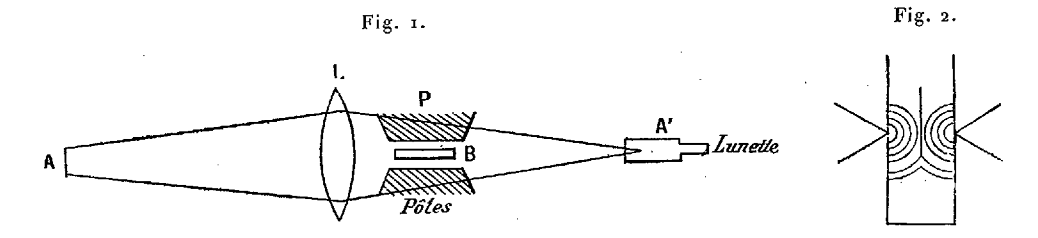
tranchants sont horizontaux et au moins tout aussi longs que la cuvette. La cuvette B se trouve à 10^{cm}-15^{cm} d'une lentille $L(f=1^m)$. En A, au centre de courbure de la lentille L, se trouve une fente fine horizontale et éclairée par un lampe Nernst.

Quand le champ magnétique n'est pas établi, dans la lunette A', on voit obscure la région de diverses concentrations, ou même toute la cuvette si cette région est un peu plus étendue.

Si l'on établit le champ, les couches de différentes concentrations de la solution se répartissent *selon des surfaces équipotentielles*, les plus concentrées autour des pôles. On observe avec la lunette, quand on ouvre le courant, comment ces parties tombent au fond de la cuvette, tandis que celles du milieu s'élèvent.

Si les pôles de l'électro-aimant sont de même signe, les couches horizon-

Fig. 1. Fig. 2.



tales de la cuvette ne subissent presque aucune modification conformément à la disposition des surfaces équipotentielles, des plans horizontaux en ce cas (à peu près).

Dans des expériences où les pôles étaient moins pointus et le champ moins intense, on voit la tendance de l'arrangement des couches selon la figure 2. Ce phénomène est mieux atteint lorsque $\mathcal{H} = 7500$-8000 gauss. Là on voit le plan de séparation perpendiculaire à l'axe des pôles, tandis que partout l'arrangement est troublé dans la partie au-dessus de l'axe à cause de la faible teneur de la solution; au-dessous de l'axe on observe mieux l'arrangement des couches.

Le phénomène est identique dans toutes les solutions des sels paramagnétiques : chlorure de fer, sulfate de manganèse, sulfate de nickel, sulfate de cobalt et même dans le sulfate de cuivre.

Avec les sels diamagnétiques tels que le $SnCl^2$, le phénomène semble être changé, en tout cas très faible et bien en accord avec la faible valeur de la perméabilité magnétique de ces sels, comparativement aux sels paramagnétiques.

En outre d'avoir montré la formation des spectres magnétiques dans

les liquides, le fait de pouvoir fixer dans un liquide des surfaces d'une certaine forme dépendant des forces extérieures peut servir à l'étude si difficile des liquides.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *De l'emploi de la combustion sous pression pour doser le carbone des aciers*. Note de MM. **P. Mahler** et **E. Goutal**, présentée par M. Ad. Carnot.

La combustion sous pression d'oxygène, au sein de l'obus calorimétrique [1], permet de doser le carbone total des produits de la métallurgie du fer, suivant un procédé simple et rigoureux.

Ce procédé consiste à brûler la prise d'essai, sous une pression d'oxygène convenable pour assurer la combustion du métal et du carbone qu'il contient. Il suffit ensuite d'extraire les gaz de l'obus, d'y doser l'anhydride carbonique et d'en déduire la quantité de carbone cherchée.

L'appareil dont nous nous servons à l'École des Mines permet d'arriver, sans difficulté, à ce résultat. Il se prête à toutes les vérifications désirables; par exemple au contrôle de la combustion complète du carbone sous forme d'anhydride carbonique. Il réduit au minimum l'intervention de l'habileté professionnelle de l'opérateur.

Notre instrument est un obus construit expressément en vue de nos recherches. La chambre de combustion est plus grande que celle de l'obus ordinaire; elle atteint 1 litre de capacité. La prise d'essai est placée dans une petite capsule en terre réfractaire, exempte de carbonate de calcium. L'allumage se fait à l'aide d'un fil très léger de fer qu'un courant électrique enflamme au moment voulu. Pour des raisons d'économie, les tiges de suspension de la capsule et des électrodes ne sont pas en platine, mais en cuivre rouge. L'obus n'est pas émaillé; mais, quand on se propose de condenser et d'étudier certains produits de la combustion, comme l'acide sulfurique provenant du soufre de l'acier, l'obus reçoit un vase en porcelaine qui constitue ainsi un émail amovible. Le couvercle, en plus de l'électrode, porte deux robinets pointeaux; l'un d'eux est en relation avec un tube de cuivre, qui descend jusqu'au fond de la chambre de combustion.

Cette disposition est celle des obus, tels qu'ils ont été construits, dès l'origine, pour la détermination du pouvoir calorifique des houilles et du gaz d'éclairage. Elle permet de balayer à volonté les gaz existant à l'intérieur de l'instrument. L'appareil est complété par des tubes absorbeurs spéciaux qui réalisent un lavage rapide et efficace des gaz de la combustion.

---

(1) P. Mahler, *Comptes rendus*, 30 novembre 1891 et *Contribution à l'étude des combustibles* (*Bull. Société d'encouragement pour l'Industrie nationale*, 1892).

Pour absorber l'anhydride carbonique nous employons un volume déterminé d'une solution de baryte. Avant et après le lavage des gaz, ce volume est titré par une solution d'acide oxalique, avec la phtaléine du phénol pour indicateur. La solution d'acide oxalique est fixée par cette condition que 1^{cm^3} corresponde à 1^{mg} de carbone. Elle contient, par litre, $10^g,5$ d'acide. Le double titrage dont nous venons de parler donne donc, par différence, la quantité de carbone cherchée.

Nous avons étudié un certain nombre d'échantillons dus à la complaisance de deux forges importantes. Nous n'avons négligé aucun moyen de contrôle. Les prises d'essai ont varié de 2^g à 5^g. Nous les avons brûlées sous des pressions de 5^{atm} à 8^{atm} d'oxygène.

L'acier au silicium, les aciers au nickel d'Imphy, et l'acier extra-dur du Creusot ont été mêlés à leur poids de litharge pure en poudre. Nous conseillons l'emploi de la litharge dans tous les cas, pour assurer la complète oxydation du métal.

Le Tableau ci-dessous compare les teneurs pour 100 en carbone total, que nous avons observées (1[re] colonne), aux résultats obtenus dans les laboratoires des usines (2[e] colonne) :

Désignation du métal.	Carbone.		Silicium.	Soufre.	Phosphore.	Manganèse.	Nickel.	Chrome.
Métal extra-doux d'Imphy	0,075	0,060	0,350	0,022	0,025	0,19	»	»
Métal extra-doux du Creusot...	0,115	0,110	0,012	0,018	0,016	0,40	»	»
Acier de moulage d'Imphy	0,194	0,190	0,310	0,033	0,024	0,30	»	»
» demi-dur du Creusot.....	0,303	0,290	0,340	0,030	0,060	0,75	»	»
» nickel-chrome d'Imphy...	0,336	0,290	0,380	0,043	0,046	0,80	31,36	1,03
» » » du Creusot.	0,370	0,350	0,093	0,040	0,008	0,22	3,90	2,00
» silicieux spécial d'Imphy..	0,485	0,410	1,280	0,041	0,062	0,54	»	»
» nickel-chrome d'Imphy...	0,510	0,420	0,260	0,034	0,041	0,64	21,60	2,05
» au chrome du Creusot....	0,570	0,365	0,175	0,014	0,031	traces	»	5,10
» trempant d'Imphy........	0,714	0,690	0,220	0,016	0,011	0,43	»	»
» suédois (Imphy).........	1,010	0,960	0,020	0,022	0,034	0,14	»	»
» extra-dur du Creusot.....	1,365	1,360	0,175	0,040	0,018	0,15	»	»
Fonte Martin du Creusot.......	3,930	3,650	2,074	0,043	0,068	3,50	»	»

Nos chiffres sont voisins de ceux des usines dans les aciers ordinaires et souvent plus élevés que ceux-ci dans les aciers spéciaux.

Nous avons aussi déterminé le carbone de deux de nos échantillons, en attaquant des prises d'essai de 10^g par le chlorure de cuivre et de potassium, en dosant le carbone des gaz mis en liberté, pendant l'attaque, et en brûlant, sur la grille à analyse élémentaire, le résidu carboné. Dans ces conditions, nous avons trouvé : dans l'acier à 5,1 pour 100 de chrome

du Creusot, carbone 0,5704 pour 100 contre 0,570; dans l'acier silicieux spécial d'Imphy, carbone 0,475 contre 0,485.

En outre, l'un de nous, au cours d'un travail récent (1), avait indiqué 0,306 et 1,377 de carbone pour 100 comme représentant le carbone total des échantillons d'acier demi-dur et d'acier extra-dur du Creusot, pour lesquels nous avons trouvé 0,303 et 1,365 de carbone.

L'accord paraît très satisfaisant entre le procédé qui fait l'objet de cette Note et l'une des plus sûres parmi les méthodes habituelles de dosage du carbone dans les aciers.

L'emploi de la combustion sous pression, en autorisant des prises d'essai relativement importantes, s'applique en particulier avantageusement à la comparaison des aciers à faible teneur en carbone.

Nous continuons l'étude des produits métallurgiques et notamment des ferro-alliages, à l'aide de l'obus adapté à l'analyse chimique.

BOTANIQUE. — *Mutation d'un hybride transmise à sa postérité et à ses produits en voie de disjonction.* Note de M. **Paul Vuillemin**, présentée par M. Guignard.

J'ai rencontré, en 1907, un pied de *Petunia* dont plusieurs fleurs étaient munies de *lobes interpétalaires*, c'est-à-dire de languettes intercalées entre les pétales et plus petites que les pièces normales de la corolle. Les lobes, au nombre de 1-5 par fleur, étaient superposés aux étamines, principalement aux étamines moyennes.

En 1908 et les années suivantes, la même particularité fut reconnue chez le *Forsythia viridissima;* mais ici on ne trouve pas plus de deux lobes par fleur et ils sont constamment superposés aux étamines qui sont, on le sait, au nombre de deux. Ce fait, joint à la présence de formes intermédiaires, chez le *Petunia* comme chez le *Forsythia*, nous démontre que les lobes interpétalaires sont d'origine staminale, qu'ils proviennent de la pétalisation d'une portion détachée du rudiment de l'étamine (2).

L'apparition des lobes interpétalaires peut être envisagée comme un

---

(1) E. Goutal, *Comptes rendus*, 13 avril 1909. — *Étude des gaz dégagés par l'action des sels cuivriques sur les aciers* (*Revue de Métallurgie*, 1910, p. 6).

(2) P. Vuillemin, *Lobes interpétalaires d'origine staminale* (*Bull. Soc. botan. de France*, t. LV, 1908, p. 54-60).

changement brusque, une mutation au sens de Hugo de Vries, survenus sur un seul pied au milieu d'une soixantaine de *Petunia* normaux.

Ce changement est-il héréditaire? Le *Petunia* qui est une plante annuelle, où l'autofécondation est habituelle, se prête mieux que le *Forsythia* à la solution du problème. Nous avons, en conséquence, éliminé de nos cultures tous les *Petunia*, sauf la postérité du pied qui nous avait offert des lobes interpétalaires.

Le nombre des plantes interlobées, c'est-à-dire munies de fleurs à lobes interpétalaires, s'accrut de génération en génération; nous en comptions 86,885 pour 100 à la seconde génération (1908), 95,83 pour 100 à la troisième (1909), 100 pour 100 à la quatrième et à la cinquième (1910 et 1911).

Nous trouvons sensiblement les mêmes taux pour les pieds munis de lobes superposés aux étamines moyennes; la progression est moins régulière pour les lobes superposés aux étamines longues ou à l'étamine courte. La proportion des pieds munis de chacune de ces catégories est d'environ $\frac{1}{6}$ en 1908, $\frac{2}{3}$ en 1909; ils en présentent tous en 1910; mais en 1911 la proportion retombe au voisinage de $\frac{2}{3}$.

Sur un pied de la seconde génération (1908), nous avons observé, outre les lobes interpétalaires, deux modifications pétaloïdes de la partie libre des étamines : d'une part des *crêtes* ou prolongements pétaloïdes du connectif surmontant l'anthère, d'autre part des *appendices* flanquant le filet à diverses hauteurs, parfois concrescents avec lui et le transformant en une lame aplatie. Les crêtes coexistaient parfois avec les lobes et, comme eux, prédominaient aux étamines moyennes. Sur cette plante les appendices étaient limités aux étamines longues,

Ces deux formations nouvelles, d'origine staminale comme les lobes, sont une modalité de la même mutation.

Réservant la lettre A à la lignée qui a conservé intégralement la mutation initiale, nous désignerons par la lettre B le pied où apparut la mutation supplémentaire et sa postérité.

La mutation supplémentaire s'est de nouveau montrée à la cinquième génération dans un pied issu de A. Du 7 juin au 2 juillet 1911, ce pied porta 4 fleurs munies de petites crêtes aux étamines moyennes et 1 fleur avec un appendice pétaloïde sous l'anthère d'une étamine longue. Le même pied a donné jusqu'au 5 septembre 25 fleurs interlobées et 172 fleurs normales. Une régression marquée de la mutation initiale accompagne cette fugace apparition de la mutation supplémentaire.

Occupons-nous de la descendance de B que nous avons soigneusement isolée de la descendance de A, et qui en est à la quatrième génération. Dès 1909, nous concentrons notre attention sur les appendices qui ne manquent qu'à 2 pieds sur 71. Un quart des pieds ont des appendices assez développés sur les diverses étamines pour donner des fleurs pleines. Les anthères sont bien conformées; mais beaucoup de pieds sont stériles par suite de modifications de l'ovaire. En 1910, les appendices sont constants, sauf sur un pied où nous n'avons noté que des crêtes. Il en est de même en 1911, où un seul pied sur 70 présente seulement des crêtes et des lobes.

La plante mère des deux lignées A et B avait d'abord été considérée comme un

Petunia violacea peu modifié par la culture. Sa postérité a fourni annuellement quelques plantes à fleurs blanches et à tube étroit, parfois difficiles à distinguer du *Petunia nyctaginiflora*.

Il s'agissait, en réalité, d'un hybride de ces deux espèces. Les deux mutations ont apparu dans des fleurs violettes et, jusqu'en 1910, les graines avaient été constamment recueillies dans des fleurs de cette couleur. Des graines récoltées en 1910 sur une plante à fleurs blanches nous ont donné, en 1911, 27 pieds tous blancs.

La question de la transmission de la mutation se complique de la persistance des caractères nouveaux dans les produits de dissociation des deux éléments combinés dans l'hybride. Pour la mutation initiale comme pour la mutation supplémentaire, le taux des pieds modifiés est resté sensiblement le même pour les *Petunia* violets à tube élargi et pour les *Petunia* blancs qui ressemblent le plus au *P. nyctaginiflora*.

ENTOMOLOGIE. — *Les* Chœromyies, *Diptères nouveaux à larves suceuses du sang des Mammifères.* Note (1) de M. **E. Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'*Auchmeromyia luteola* Fabr. était jusqu'ici le seul Diptère connu pour avoir des larves qui piquent les Mammifères et en sucent le sang. Cette espèce vit aux dépens de l'homme (*ver des cases*), mais une telle adaptation suppose des stades évolutifs antérieurs où le parasitisme s'exerce sur des animaux. Ces stades nous paraissent présentés par des Diptères nouveaux que nous avons trouvés au cours de notre mission au Soudan, et dont les larves sucent le sang des Mammifères à poils rares, les Porcins du genre Phacochère et les Oryctéropes. Nous appelons ces Diptères *Chœromyia* (de χοῖρος, porc) et ils forment avec les *Auchmeromyia* une tribu spéciale dans les Muscides.

G. I : *Auchmeromyia* Fabr. — Abdomen étroit, allongé *à segments inégaux*, acuminé, dépassant nettement la longueur du thorax, et près d'une fois plus long que large chez le mâle ; le segment II $\frac{1}{3}$ plus long que le IIIe; le mésolobe périnéal de l'hypopygium égale deux fois la longueur dorsale du segment IV. Chez la femelle le segment II $\frac{2}{3}$ plus long que le IIIe; le segment IV égal au IIIe, mais fortement aminci, comprimé latéralement, la partie libre saillante, caréniforme.

G. II : *Chœromyia* n. gen. Roubaud. — Abdomen court, trapu, ovalaire, *à segments égaux*, arrondi à l'extrémité, à peine plus long que le thorax. Chez le mâle, la

(1) Présentée dans la séance du 4 septembre 1911.

longueur égale la largeur; les segments II, III, IV, sensiblement égaux; l'hypopygium à mésolobe court, égal au segment IV. Chez la femelle les segments II et III sensiblement égaux; le IVe un peu plus long, élargi, à contours arrondis, nullement caréniforme.

Les Chœromyies sont des mouches coprophages, obscuricoles. Elles se tiennent à l'entrée des terriers de leurs hôtes et ne s'en écartent qu'exceptionnellement pour voleter au dehors. Lorsqu'on les inquiète, elles se répandent aux alentours de leur gîte, mais ne tardent pas à y rentrer si tout est calme. Nous connaissons actuellement *deux* espèces de ces mouches:

Chœromyia Boueti, n. sp. Roubaud. — ♂ jaune pâle presque entièrement, sauf indication de deux bandes longitudinales sombres sur les côtés du thorax et, aux pattes, le dernier tarsien constamment noir. Abdomen pâle; parfois indication de taches sombres, triangulaires, au bord postérieur des segments II, III, IV, de part et d'autre de la ligne médiane, plus accusées au IIIe. Largeur 9^{mm}-10^{mm}.

♀ Semblable au ♂, mais les pattes entièrement pâles et l'abdomen marqué dorsalement de bandes transversales noires au bord postérieur des segments II et III. La bande du segment II est mince, régulière, interrompue sur la ligne médiane où les deux tronçons de chaque côté dessinent un court rebroussement angulaire antéro-postérieur. La bande du segment III est semblable, mais beaucoup plus large, occupant près de la moitié du segment. Segment IV à deux taches triangulaires noires au bord *antérieur*. Face ventrale entièrement pâle. Longueur 10^{mm}-11^{mm}.

Le Dr Bouet a rencontré cette espèce en abondance dans un terrier d'Oryctérope (*O. senegalensis* Less.), dans la région de Niamey; quelques individus ont été aussi obtenus par l'éclosion de pupes recueillies dans un terrier de Phacochère, aux environs de Tombouctou.

Chœromyia chœrophaga n. sp. — Roubaud. D'un jaune grisâtre à bandes et taches noir bleuâtre très marquées; principalement deux fortes bandes longitudinales sur les côtés du thorax. ♂♀ semblables. Face blanc jaunâtre, front pâle, antennes plus foncées. Palpes jaune pâle. Thorax jaune sale à reflet grisâtre; deux bandes longitudinales d'un noir bleuté, larges et très apparentes à la face dorsale, atteignant presque l'écusson. Flancs lavés de gris cendré. Pattes jaunâtres, le dernier tarsien chez le ♂ entièrement noir aux paires antérieure et moyenne, noir à l'extrémité à la paire postérieure. Abdomen pâle et translucide antérieurement, d'un noir bleuâtre postérieurement. Segment II bordé dorsalement par une bande marginale brun noirâtre mince et continue, accentuée d'une courte arête médiane à direction antérieure plus ou moins prononcée. Segment III presque entièrement noir, sauf de chaque côté, une incision pâle latérale. Segment IV entièrement noir dans sa moitié antérieure, jaunâtre postérieurement, comme l'hypopygium. Face ventrale presque entièrement pâle. Nombreuses variations. ♂ : longueur, 8^{m}-9^{mm}; ♀, 10^{m}-11^{mm}.

Cette espèce parasite électivement les Phacochères (*Ph. africanus* Cuv.). Elle est très fréquente dans les terriers de ces animaux entre Tom-

bouctou et Djenné. J'en ai également capturé quelques individus dans des terriers de Porc-épic situés à proximité des trous de Phacochères, aux environs de Mopti.

Les larves des Chœromyies ressemblent à celles des Auchmeromyies. Elles vivent dans la terre humide du fond des terriers des animaux qu'elles parasitent. Expérimentalement, elles piquent aussi l'homme : j'ai pu les élever sur moi-même. Leur piqûre est plus douloureuse que celle du ver des cases, mais sans suite. Elles peuvent ingérer trois fois leur poids de sang. Comme ces derniers, elles se fixent à la peau par leur extrémité céphalique invaginée et formant ventouse, et se tiennent verticalement, *en érection*, pendant la piqûre. Toutes leurs particularités biologiques sont très voisines de celles des *Auchmeromyia*, mais leur activité paraît indifféremment diurne ou nocturne. Elles possèdent une sensibilité thermique spéciale qui, à jeun, les dirige vers le corps chaud de leur hôte (thermotropisme +). Repues, ce thermotropisme devient nul.

La vie larvaire, pour des larves alimentées tous les jours, dure une quinzaine, avec deux mues, l'une vers le cinquième jour, l'autre vers le huitième jour, comme chez les *Auchmeromyia*. Mais cette durée peut s'accroître bien davantage en raison de la grande *résistance au jeûne* de ces larves, qui peut dépasser elle-même 15 jours. Les larves prêtes à la nymphose se creusent une loge dans la terre plus sèche des bords et de l'entrée du terrier, la ferment d'un mince opercule de terre et s'y transforment en 11 jours. On trouve parfois dans les bauges des Phacochères des blocs d'argile absolument pétris de pupes à tous les âges.

La vie des mouches adultes est d'environ 2 mois. Les femelles, ovipares, déposent par petits groupes une cinquantaine d'œufs dans la terre humide du terrier. Ils éclosent en 24 heures.

Des essais de croisement entre ces divers types d'Auchmeromyies sont restés négatifs ou *stériles*. Les deux espèces de *Chœromyia* n'offrent pas, on l'a vu, de fixité absolue vis-à-vis de l'un des types d'hôtes mammifères qu'elles parasitent électivement. Mais, dans la nature, les deux genres restent exclusivement adaptés, sans exception, le *C. Auchmeromyia*, à l'Homme, le *C. Chœromyia* aux Mammifères sauvages à peau nue de l'Afrique tropicale.

GÉOLOGIE. — *Sur le synchronisme du Calcaire carbonifère du Boulonnais avec celui de la Belgique et de l'Angleterre.* Note [1] de MM. **H. de Dorlodot** et **Ach. Salée**, présentée par M. Ch. Barrois.

Les grandes analogies que présentent, avec certains faciès du Calcaire carbonifère de la Belgique, les faciès du Calcaire carbonifère du Boulonnais et les fossiles que nous avions observés à divers niveaux, lors d'une rapide excursion faite sous la direction de MM. Rigaux et Waché, nous ont décidés à consacrer à l'étude du Dinantien des environs de Marquise, la première quinzaine du mois d'août. En attendant que l'examen détaillé des échantillons recueillis nous permette de décrire plus au long le résultat de nos recherches, nous croyons intéressant de faire connaître nos principales conclusions.

La *dolomie du Hure* est bien, comme le pensait M. Gosselet, le correspondant de l'assise dolomitique si développée aux environs de Namur, à laquelle elle ressemble d'ailleurs en tous points, si l'on fait abstraction de la puissance qui est beaucoup plus faible dans le Boulonnais qu'à Namur. Mais, contrairement à l'opinion ancienne, la plus grande partie de cette dolomie, de même que celle des environs de Namur, est tournaisienne et non viséenne.

Nous avons trouvé *Spirifer tornacencis* De Kon. (*Sp.* aff. *clathratus* M'Coy, de Vaughan) jusqu'à un niveau très élevé de la carrière de dolomie, exploitée en face du Hure. Les polypiers les plus abondants, à la base de la partie exploitée, sont *Zaphrentis Konincki* M. Edw. et H. revis. Carruthers; plus haut, *Caninia cornucopiæ* Mich. revis. Carruthers abonde, associé à *Caninia cylindrica* Scouler revis. Salée et *Caninia patula* Mich. revis. Salée. D'après cela, il semble que, malgré sa faible puissance, la portion tournaisienne de la dolomie exploitée au Hure réponde à l'ensemble du Tournaisien supérieur, tel que l'entend la légende de la Carte géologique de la Belgique au 40000e, c'est-à-dire aux niveaux γ et C_1 d'Arthur Vaughan et peut-être, en outre, au sommet du Z_2 de Vaughan.

Nous n'avons pas trouvé de fossiles spécifiquement déterminables dans la partie la plus élevée de la carrière du Hure, où la dolomie est devenue peu crinoïdique et ressemble beaucoup au faciès dolomitisé du marbre noir

---

(1) Présentée dans la séance du 28 août 1911.

de Dinant. Mais, dans une carrière abandonnée située à peu de distance sur le prolongement de ces couches, une dolomie identique nous a fourni un fragment d'un gros Productide, dont l'identification avec *Chonetes comoïdes* Sow., tel que le décrit et le figure Davidson [1], ne peut laisser aucun doute. On sait que ce *Chonetes* se rencontre, avec les mêmes caractères, en Belgique, au niveau du marbre noir de Dinant. Le gisement de ce fossile étant immédiatement supérieur aux couches qui, au Hure, contiennent encore la faune tournaisienne, nous croyons pouvoir considérer le sommet de la dolomie du Hure comme appartenant au niveau du marbre noir de Dinant, base du Viséen en Belgique, c'est-à-dire au niveau C_2 d'Arthur Vaughan.

Un espace couvert sépare la dolomie du Hure des affleurements suivants, qui montrent des couches appartenant déjà au *Calcaire du Haut-Banc* de M. Gosselet. Nous avons étudié cette dernière série à Elinghen, aux carrières des Ramonettes, dans la région du Haut-Banc et de la Basse-Normandie et dans les carrières Bézir et Regnier. Sans nous prononcer absolument sur l'âge des couches les plus inférieures de la série, nous tenons qu'elle appartient, tout au moins en majeure partie, à la zone S_2 de Vaughan, comme le prouvent notamment les bancs de *Lithostrotion Martini* M. Edw. et H., certaines variétés de *Productus cora* et les lits de petits Brachiopodes, identiques dans les deux pays.

Dans les lits à Brachiopodes du *Calcaire Napoléon*, nous avons observé en abondance un petit *Productus* qui nous paraît identique avec celui que M. Delépine a signalé dans la grande brèche du Dinantien belge, sous le nom de *Productus* cf. *undiferus* De Kon. Ce fossile semblant, du moins jusqu'ici, caractériser ce niveau en Belgique, nous nous croyons autorisés, en présence surtout de l'identité de la *situation stratigraphique*, à considérer le Calcaire Napoléon du Boulonnais comme appartenant au niveau de la grande brèche belge, c'est-à-dire au niveau D_1 de Vaughan.

Enfin, le *Calcaire noir des Plaines*, contenant le *Productus giganteus* Martin, comme on le sait depuis longtemps, appartient à la zone D de Vaughan, sans qu'il soit possible de préciser davantage, pour le moment.

Nous sommes heureux d'ajouter, en terminant, que pour tout le reste l'étude détaillée que nous venons de faire nous a permis de confirmer

---

(1) *Brit. Carb. Brach.*, p. 180, *Pl. XLV*, *fig.* 3, 4 et 7.

pleinement les synchronismes établis par M. Gosselet entre les couches appartenant aux différents massifs de cette région si disloquée.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 septembre 1911.

Gouvernement général de l'Indo-Chine. *Bulletin pluviométrique*, publié par G. Le Cadet, Directeur. Année 1910. Phu-Lien, 1911; 1 fasc. in-4°.

The life and the poetry of Charles Cotton, by Charles-Jacob Sembower. University of Pennsylvania, 1911; 1 vol. in-8°.

Bombay magnetic observations, 1846-1905. Parts I, II. Bombay, Printed at the Government central press, 1910; 2 vol. in-4°.

Regenwaarnemengen in Nederlandsch-Indie. 1909, deel I, II. Batavia, Landsdrukkerij, 1910 et 1911; 2 vol. in-8°.

Alterungs- und Umwandlungs-Studien an Henslerschen ferromagnetisierbaren Aluminium-Manganbronzen insbesondere an schmiedeproben, von E. Take. Berlin, Weidmannsche Buchhandlung, 1911; 1 fasc. in-8°.

Bijdragen tot de statistiek van Nederland, S'Gravenhage, Gebrs. Belinfante, 1911; 1 fasc. in-4°.

Jahresbericht der Königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Prag, 1911; 1 fasc. in-4°.

Untersuchungen über den Lichtwechsel älterer veränderlichen Sterne. Vol. I. Prag, 1910; 1 vol. in-4°.

Verhandelingen rakende den natuurlijken en geopenbaarden Godsdienst, nitgegeven door Teyler's godgeleerd genootschap. Haarlem, de Erven F. Bohn, 1911; 1 vol. in-8°.

Archives du Musée Teyler. Série II, t. XII. 2e partie. 1911. Leipzig, G. Schulze; Paris, Gauthier-Villars; 1 vol. in-8°.

SÉANCE DU LUNDI 18 SEPTEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOGRAPHIE. — *Sur les déformations résultant du mode de construction de la Carte internationale du monde au millionième.* Note ([1]) de M. CH. LALLEMAND.

Une Conférence internationale, réunie à Londres, sur l'initiative du Gouvernement anglais, en novembre 1909, à l'effet d'arrêter des bases uniformes pour l'exécution d'une Carte internationale du monde à l'échelle du millionième, a choisi, pour la construction de cette carte, un système de développement polyconique, susceptible d'être ainsi défini :

L'ellipsoïde terrestre est divisé en 60 fuseaux par des méridiens espacés de 6° en 6°, à partir de Greenwich. Pour chaque fuseau, le méridien central PEQ (*fig.* 1) est développé, sans déformation, en P'EQ', sur sa tangente équatoriale ET'.

Un point A de ce méridien vient en A', tel que EA' = arc EA.

D'autre part, soient AB un parallèle quelconque et TAB le cône tangent à l'ellipsoïde le long de ce parallèle. Développons ce cône sur son plan tangent le long de la génératrice AT. La base AB devient, dans ce plan, un arc de cercle ayant TA pour rayon. Appliquons maintenant ce plan sur le plan tangent en E à l'ellipsoïde, le point A étant amené en A', et la génératrice AT, en A'T', sur la tangente ET'. Sur ce plan rabattu, l'arc AB, d'amplitude L = 3° au plus, est représenté, en vraie grandeur, par l'arc de cercle A'B' ayant T' pour centre.

Faisons de même pour tous les autres parallèles et réunissons, par un trait continu P'B'J'Q', les extrémités B' des arcs de même amplitude L. La courbe obtenue figure

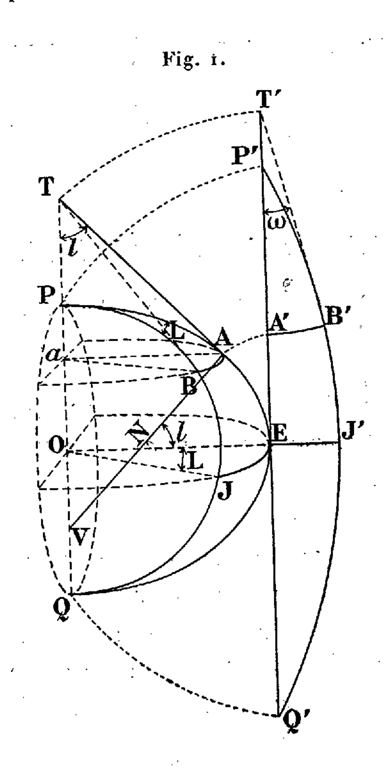
---

([1]) Présentée dans la séance du 28 août 1911.

un méridien; elle coupe orthogonalement la série des arcs de cercle représentant les parallèles, et sa tangente, en un point B', est le rayon T'B' du parallèle correspondant; sauf le méridien central, tous les autres méridiens sont dilatés dans une mesure croissant avec la distance à l'axe du fuseau.

Au moyen des parallèles espacés de 4° en 4° à partir de l'équateur, le fuseau est ensuite divisé en 44 compartiments trapézoïdaux, plus deux pointes triangulaires

Fig. 1.



de 2° de hauteur et, dans chacun des compartiments formant une feuille de la carte, chaque méridien curviligne H'B'D' (*fig.* 2) est remplacé par la corde H'D' joignant ses points de rencontre avec les deux parallèles extrêmes. D'où : 1° pour les méridiens, un retrait, qui compense en partie l'allongement primitif; 2° pour tout parallèle autre que les deux extrêmes, un retrait qui va croissant du centre vers les bords et qui atteint son maximum pour le parallèle moyen.

En outre, conformément à une mesure adoptée, sur ma proposition, par la Conférence, tous les méridiens subissent un retrait supplémentaire, égal à la moitié de l'allongement des méridiens extrêmes, H'D' et H''D''. Abstraction faite du signe, l'erreur maxima de longueur des méridiens se trouve ainsi réduite de moitié.

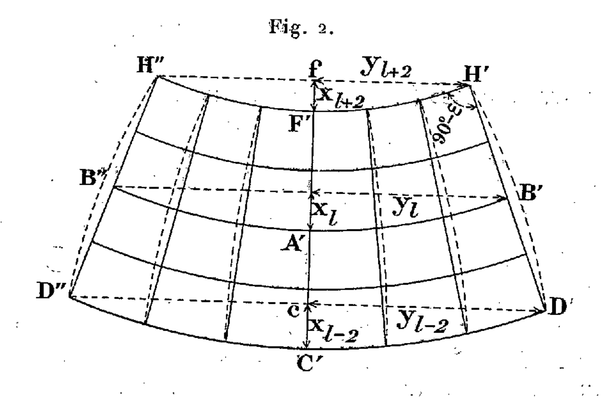
Dans ces conditions et eu égard au degré de précision comporté par l'échelle, j'ai pu établir des formules simplifiées permettant de construire

la carte et de calculer, avec une approximation suffisante, les altérations subies par les angles et par les distances mesurés sur cette carte.

Pour pouvoir tracer le réseau des méridiens et des parallèles d'une feuille de latitude moyenne l, il suffit de connaître (*fig.* 2) : 1° la hauteur centrale de la feuille, $C'F' = S_{l-2}^{l+2}$; 2° les flèches extrêmes, $C'c = x_{l-2}$ et $F'f = x_{l+2}$; 3° les demi-largeurs $D'c = y_{l-2}$ et $H'f = y_{l+2}$.

Par les points ainsi déterminés H', F' et H'', d'une part, D', C' et D'', d'autre part, on fait passer deux arcs de cercle, que l'on divise en 6 parties

Fig. 2.



égales pour avoir les points d'attache des méridiens intermédiaires à nombres ronds de degrés. Ces points sont ensuite réunis, deux à deux, par des lignes droites, dont les deux extrêmes et la droite centrale sont, à leur tour, divisées chacune en quatre parties égales, ce qui donne les points de passage des trois parallèles intermédiaires à nombres ronds de degrés.

Reste à calculer les valeurs approchées de S, x et y, en fonction de l.

1° *Longueur* S *du méridien central.* — Soient : a, le rayon équatorial du globe; b, le rayon polaire; e, l'excentricité; α, l'aplatissement. On a

$$e^2 = 2\alpha - \alpha^2,$$

$$(1) \qquad S_{l-2}^{l+2} = a(1-e^2)\left\{\frac{M\pi}{45^\circ} - \frac{1}{2}N'[\sin 2(l+2) - \sin 2(l-2)] + \ldots\right\}.$$

D'autre part, pour un globe terrestre réduit au millionième,

$$a = 6378^{\text{mm}},4, \qquad \alpha = \frac{1}{297}.$$

Les termes de valeur numérique $< 0^{\text{mm}},05$ étant négligeables, on a

$$(2) \qquad S_{l-2}^{l+2} = 444^{\text{mm}},50 - 2^{\text{mm}},25 \cos 2l.$$

2° *Largeurs y et Flèches x.* — $AV = N = a(1 - e^2 \sin^2 l)^{-\frac{1}{2}}$, étant la grande normale en A à l'ellipse méridienne, l'arc A'B' (*fig.* 1 et 2) a pour rayon

$$B'T' = A'T' = AT = AV \operatorname{cotg} l = N \operatorname{cotg} l.$$

D'autre part, ω désignant l'angle au centre, A'T'B', on a

$$x_l = B'T'(1 - \cos\omega) = N \operatorname{cotg} l (1 - \cos\omega),$$
$$y_l = B'T' \sin\omega = N \operatorname{cotg} l \sin\omega,$$
$$AB = A'B' = \omega \times A'T' = \omega N \operatorname{cotg} l.$$

Mais, sur le parallèle AB (*fig.* 1), on a aussi

$$AB = \pi \times Aa \times \frac{L^0}{180°} = \frac{\pi L^0}{180°} N \cos l;$$

ce qui exige

$$(3) \qquad \omega = \frac{\pi L^0}{180°} \sin l.$$

Si l'on développe en série et si l'on néglige les termes dont l'influence, sur la valeur numérique de x_l et de y_l, est inférieure à $0^{mm},05$, il vient

$$(4) \qquad x_l = 0^{mm},49 L^2 \sin 2l; \qquad y_l = 111^{mm},33 L \cos l \left[1 + \left(\alpha - \frac{L^2}{19440}\right) \sin^2 l\right].$$

Pour $L = 3°$, on a, simplement:

$$(4\,bis) \qquad x_l = 4^{mm},4 \sin 2l; \qquad y_l = 334^{mm},25 \cos l - 0^{mm},25 \cos 3l.$$

3° *Déformations linéaires et angulaires.* — *a. Allongement des méridiens.* — Soient : σ_4, le petit allongement (H'D' — C'F') d'un méridien H'D' (*fig.* 2) de longitude relative L; Δ_x, la petite différence des flèches, et Δ_y, la différence des demi-cordes des parallèles extrêmes.

On a évidemment:

$$\overline{\Delta}_y^2 = \overline{H'D'}^2 - \overline{cf}^2 = (H'D' - cf)(H'D' + cf)$$
$$= (\sigma - \Delta_x)(2S_{l-2}^{l+2} + \sigma + \Delta_x) = 2S_{l-2}^{l+2}(\sigma - \Delta_x) + (\sigma^2 - \Delta_x^2).$$

$(\sigma^2 - \Delta_x^2)$ étant ici négligeable, on peut écrire

$$\sigma = \Delta_x + \frac{\Delta_y^2}{2S_{l-2}^{l+2}} = \Delta_x + \frac{\Delta_y^2}{889^{mm}}.$$

Or, d'après les relations (4), on a

(5) $\Delta_x = x_{l+2} - x_{l-2} = 0^{mm},068 L^2 \cos 2l;$ $\Delta_y = y_{l+2} - y_{l-2} = -7^{mm},77 L \sin l;$

(6) $$\sigma = 0^{mm},07 L^2 (\cos 2l + \sin^2 l) = 0^{mm},07 L^2 \cos^2 l.$$

ou, pour $L = 3°$,

(7) $$\sigma = 0^{mm},6 \cos^2 l.$$

On restreindra d'environ moitié ce maximum en diminuant de $0^{mm},675 \cos^2 l$, par mètre, l'échelle méridienne de chaque feuille; ce qui réduira la longueur du méridien central à

(8) $$S'_l = S^{l+2}_{l-2} - 0^{mm},15 - 0^{mm},15 \cos 2l = 444^{mm},35 - 2^{mm},4 \cos 2l.$$

Les deux méridiens situés, de part et d'autre du centre, à 2° d'écart en longitude, seront ramenés à leur longueur correcte car, d'après la formule (6), pour $L = 2°$, σ est sensiblement la moitié de ce qu'il est pour $L = 3°$. Pour un méridien quelconque, distant de L^0 du méridien central, l'erreur résultante sera dès lors finalement

(9) $$\sigma_L = 0^{mm},07 (L^2 - 4) \cos^2 l.$$

L'allongement relatif correspondant a pour valeur

(9 *bis*) $$\frac{\sigma_L}{S'_L} = \frac{0^m,07}{444^{mm},5}(L^2 - 4)\cos^2 l = \frac{1}{6350}(L^2 - 4)\cos^2 l.$$

Les maxima ont lieu à l'équateur ($l = 0°$) et sur les méridiens extrêmes ($L = 3°$), dont l'allongement correspond à une erreur de 1^{km} sur 1270^{km}.

b. Retrait du parallèle moyen d'une feuille. — Ce retrait Δ_{lL}, en chaque point, a pour mesure approchée le double de la flèche comprise entre un arc H'B'D' (*fig.* 2) et sa corde H'D'. Vu la petitesse relative des flèches x, $\frac{1}{2}\Delta_{lL}$ peut être représenté par la différence entre la demi-corde y_{lL} du parallèle moyen, prise avant la rectification des méridiens, et la moyenne des demi-cordes correspondantes, $y_{(l-2)L}$, $y_{(l+2)L}$, des parallèles extrêmes :

(10) $$\Delta_{lL} = 2y_{lL} - (y_{(l-2)L} + y_{(l+2)L}) = 0^{mm},14 L \cos l,$$

et pour $L = 3°$

(10 *bis*) $$\Delta_l = 0^{mm},4 \cos l.$$

Comme pour les méridiens, ce maximum pourrait même être réduit de moitié, en diminuant de $0^{mm},2 \cos l$, la longueur des demi-cordes extrêmes

de chaque feuille. D'après la formule (4 *bis*) cette longueur deviendrait alors

$$(4\ ter) \qquad y_L = 334^{mm},05 \cos l - 0^{mm},25 \cos 3l.$$

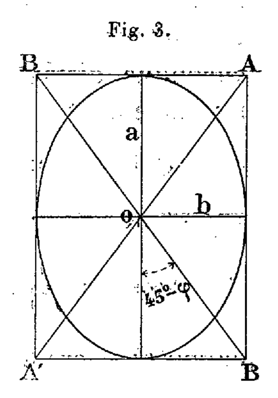
En chaque point du parallèle, le retrait relatif est sensiblement

$$(11) \qquad \frac{\Delta_H}{2y_H} = \frac{0,14}{222,6} \ldots = 0,0006 = \frac{1}{1640};$$

il est indépendant de la latitude et constant le long du parallèle.

c. Altérations angulaires. — Vu l'allongement des méridiens et le retrait des parallèles, un cercle infinitésimal de rayon r, tracé sur la sphère, est représenté sur la carte par une ellipse d'axes a et b (*fig.* 3). La dévia-

Fig. 3.



tion angulaire atteint son maximum φ pour le couple des diagonales AA', BB' du rectangle formé par les tangentes aux quatre sommets. Ces diagonales forment, avec le méridien, des angles $(45^\circ - \varphi)$, tels que, vu la petitesse de φ et de l'aplatissement $\left(1 - \frac{b}{a}\right)$, on peut écrire

$$\varphi = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{b}{a}\right).$$

Sur le parallèle moyen, en un point de longitude L par rapport au centre, on a respectivement, d'après les formules (9 *bis*) et (11),

$$\begin{cases} \text{Dans le sens du méridien : } a = r\left[1 + \frac{(L^2 - 4)}{6350}\cos^2 l\right], \\ \text{Dans le sens du parallèle : } b = r\left(1 - \frac{1}{1640}\right). \end{cases}$$

D'où, en négligeant les termes trop petits,

$$(12) \qquad \varphi_{lL} = \frac{1}{3280} + \frac{(L^2-4)}{12700}\cos^2 l = 1',05 + 0',27(L^2-4)\cos^2 l.$$

Le maximum, aux extrémités du parallèle moyen, pour $L = 3°$, est

$$(12\ bis) \qquad \varphi_l = 1',05 + 1',35\cos^2 l;$$

et à l'équateur ($l = 0$)

$$\varphi_0 = 2',40.$$

Sur les parallèles extrêmes, en des points tels que M et N (*fig.* 4), où le méridien seul a subi une extension, φ_{lL} se réduit à :

$$(12\ ter) \qquad \varphi'_{lL} = 0',27(L^2-4)\cos^2 l.$$

D'autre part, en ces mêmes points, l'angle droit primitivement formé, sur la carte, par le méridien et le parallèle, éprouve, du fait de la substitution

Fig. 4.

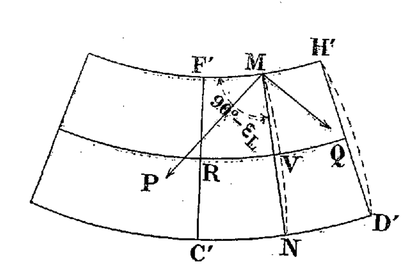
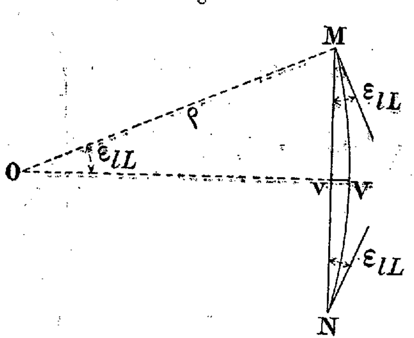


Fig. 5.



de la corde MN à la courbe MVN, une altération ε_{lL}, dont la moitié retombe sur les directions inclinées à 45° de part et d'autre et, suivant le cas, s'ajoute à l'effet de l'allongement méridien ou s'en retranche. ζ_{lL} et ζ'_{lL} étant les déviations respectives correspondant aux deux directions MP et MQ, on a dès lors :

$$(13) \qquad \zeta_{lL} = \frac{1}{2}\varepsilon_{lL} \pm \varphi'_{lL}; \qquad \zeta'_{lL} = \frac{1}{2}\varepsilon_{lL} - \varphi'_{lL}.$$

La courbe MVN peut être assimilée à un arc de cercle, de rayon ρ (*fig.* 5) et d'amplitude angulaire $2\varepsilon_{lL}$, passant par les trois points M, V, N (*fig.* 4 *et* 5); vu sa faible courbure, on peut attribuer à cet arc la longueur

de sa corde, et approximativement écrire

$$\Delta_{lL} = 2\,\mathrm{V}v = 2(\mathrm{OV} - \mathrm{O}v) = 2\rho(1 - \cos\varepsilon_{lL}) = \rho\varepsilon_{lL}^2,$$

$$\mathrm{S}_{l-2}^{l+2} = \mathrm{MN} = 2\,\mathrm{M}v = 2\rho\sin\varepsilon_{lL} = 2\rho\,\varepsilon_{lL} + \ldots.$$

En faisant état des formules (2) et (10), on tire de là

(16) $$\varepsilon_{lL} = \frac{2\Delta_{lL}}{\mathrm{S}_{l-2}^{l+2}} = \frac{1}{1600}\,\mathrm{L}\cos l = 2'\,\mathrm{L}\cos l,$$

et, pour $\mathrm{L} = 3^\circ$,

$$\varepsilon_l = 6'\cos l.$$

D'après les formules (12 *ter*), (13) et (16), on a finalement

(15) $$\zeta_{lL} = 1'\,\mathrm{L}\cos l \pm 0',27\,(\mathrm{L}^2 - 4)\cos^2 l,$$

et, pour $\mathrm{L} = 3^\circ$,

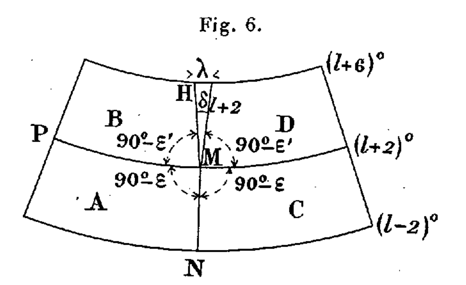
$$\zeta_l = 3'\cos l + 1',35\cos^2 l; \qquad \zeta'_l = 3'\cos l - 1',35\cos^2 l.$$

ε_l, ζ_l et ζ'_l, nuls au pôle, atteignent, à l'équateur, leurs maxima

$$\varepsilon_0 = 6'; \qquad \zeta_0 = 4',5; \qquad \zeta'_0 = 1',5.$$

4° *Assemblage des feuilles limitrophes.* — Dans un même fuseau, les feuilles successives s'assemblent naturellement, le parallèle supérieur d'une feuille A (*fig.* 6) étant commun avec la feuille B qui vient immédiatement au-dessus. De même, tous les fuseaux étant identiques, les

Fig. 6.



droites MN, limites latérales des feuilles, ont même grandeur pour une latitude donnée. L'ajustage se fait dès lors naturellement aussi, entre deux feuilles contiguës A et C appartenant à une même zone. Si maintenant on assemble, avec la feuille C, la feuille supérieure contiguë D, il se produit, entre B et D, un vide angulaire $\delta_{(l+2)}$, égal à la somme, en M, des quatre angles ε_l et $\varepsilon' = \varepsilon'_{l+4}$, relatifs aux quatre feuilles en cause

$$\delta_{(l+2)} = 2(\varepsilon_l + \varepsilon'_{l+4}) = 12',5[\cos l + \cos(l+4)] = 25'\cos(l+2).$$

Si l est la latitude du point M, l'angle de brisure, en M, du méridien, en passant d'une feuille à la feuille supérieure, est

$$\varepsilon + \varepsilon' = 12', 5 \cos l.$$

La petite lacune λ, laissée entre les coins supérieurs H des deux feuilles C et D, a pour valeur

$$\lambda_l = S_{l-\frac{2}{2}}^{l+\frac{2}{2}} \times \delta_{(l+2)} = 3^{\text{mm}}, 25 \cos l.$$

5° *Conclusions*. — Les erreurs, linéaires ou angulaires, de la future Carte mondiale sont de beaucoup inférieures à celles qu'occasionneront les déformations hygrométriques du papier même des feuilles. Elles ne sauraient donc créer de difficultés à l'assemblage d'un groupe de feuilles contiguës et sont pratiquement négligeables.

NOMINATIONS.

M. A. **Haller** est désigné pour représenter l'Académie aux fêtes commémoratives du Centenaire d'*Avogadro* qui auront lieu à Turin, le 24 septembre 1911.

M. **Bergonié**, Secrétaire du Comité d'initiative du monument à élever à Nérac, à *De Romas*, invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de ce monument, qui aura lieu le 1er octobre 1911, sous la présidence de M. le Président de la République.

L'Académie sera représentée par son Président M. **Armand Gautier** et par M. **d'Arsonval**.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Leonhardi Euleri *opera omnia*. Series prima. Volumen I : *Vollständige*

Anleitung zur Algebra mit den Zusätzen von Joseph-Louis Lagrange, herausgegeben von Heinrich Weber.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite.* Note de M. **Edm. van Aubel**, transmise par M. G. Lippmann.

Dans une Note antérieure ([1]), j'ai montré que le graphite naturel doit être placé immédiatement après le bismuth, dans la liste des coefficients de rotation de Hall.

Les recherches de A. von Ettingshausen et W. Nernst, Beattie, Zahn, A.-W. Smith et mon travail sur l'effet Hall dans les alliages bismuth-antimoine et dans le sulfure de bismuth ont montré qu'il existait une relation entre l'effet Hall et le pouvoir thermoélectrique, mais le cobalt et le constantan font exception à cette règle. Il était donc intéressant de mesurer le pouvoir thermoélectrique du même graphite, qui avait servi à l'étude du phénomène de Hall. Cette détermination a été faite sur un barreau ayant une longueur de $12^{cm},4$, pris dans le même bloc de graphite à texture non feuilletée qui m'avait fourni la plaque de ma Note antérieure, pour laquelle l'effet Hall a une intensité égale à plus de cinq fois la valeur que donne l'antimoine pur.

Les précautions employées pour réaliser de bons contacts sur le graphite et des températures constantes aux extrémités de la barre seront décrites ailleurs. Le pouvoir thermoélectrique du couple graphite-cuivre électrolytique a été trouvé égal à + 17,8 microvolts par degré entre 57°,6 et 21°,0; il atteint + 18,4 microvolts par degré entre 98°,55 et 20°,9.

J. Kœnigsberger et J. Weiss ([2]) ont trouvé, pour une tige de graphite de Ceylan associée au cuivre, 5,4 à 10,10 microvolts, et ont fait suivre ce résultat d'un point d'interrogation. Ils ont opéré sur une tige courte, ce qui rendait les mesures difficiles. Comme ces deux physiciens, j'ai observé que le courant thermoélectrique traverse la soudure chaude du graphite vers le cuivre. Les mesures de Noll et de Abt permettent de conclure que le filament de charbon des lampes à incandescence ou le crayon de charbon des lampes à arc, associé au cuivre, donne un courant thermoélectrique de sens inverse au précédent.

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 331.
([2]) *Annalen der Physik*, 4e série, t. XXXV, 1911, p. 19.

Jæger et Diesselhorst ont assigné à l'élément nickel-cuivre un pouvoir thermoélectrique égal à + 22,3 microvolts par degré à 18° et + 25,1 microvolts par degré à 100°. La relation rappelée précédemment exigerait donc, pour le graphite, un coefficient rotatoire de Hall inférieur à celui du nickel, tandis que mes expériences le placent immédiatement après le bismuth.

Effet thermomagnétique transversal. — J'ai étudié la différence de potentiels résultant de l'action d'un champ magnétique sur un flux de chaleur normal aux lignes de force du champ. Les mesures ont été faites sur une plaque d'antimoine pur (Kahlbaum) et sur une plaque de graphite de Sibérie, prise dans le même bloc qui nous avait fourni la plaque employée pour l'effet Hall et le barreau utilisé pour la mesure du pouvoir thermoélectrique.

Pour produire le flux de chaleur, un des petits côtés de la plaque rectangulaire était porté à une température constante voisine de 58°,5, par un courant de vapeur d'acétone du commerce, tandis qu'un courant d'eau maintenait l'autre petit côté à une température voisine de 20°,7. En passant d'un sens de l'aimantation de l'électro-aimant au sens inverse, le miroir du galvanomètre tournait d'un angle qui correspondait à 38,3 divisions de l'échelle, dans le cas de la plaque d'antimoine. La plaque de graphite donnait, dans les mêmes conditions, 101,5 divisions. Ces déviations du miroir du galvanomètre sont proportionnelles aux doubles des intensités de l'effet thermomagnétique transversal. Ce phénomène a le même sens dans le graphite et dans l'antimoine, mais son intensité est beaucoup plus grande dans le graphite. Ces recherches sont continuées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Courbes de fusibilité des mélanges gazeux : systèmes oxoniens formés par l'acétylène, l'éthylène, l'oxyde azotique et l'oxyde de méthyle.* Note de MM. **Georges Baume** et **Albert-F.-O. Germann**, transmise par M. Georges Lemoine.

I. — Nous avons fait connaître, dans plusieurs Notes sur les courbes de fusibilité des systèmes gazeux, une série de combinaisons que forment à basse température l'alcool méthylique et l'oxyde de méthyle avec divers gaz (HCl, SO^2, NH^3, etc.) ([1]). Les résultats que nous avons obtenus ne per-

([1]) G. Baume, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1322. — G. Baume et F.-L. Perrot, *Ibid.*, t. 151, 1910, p. 528, et t. 152, 1911, p. 1763. — G. Baume et G. Pamfil, *Ibid.*, t. 152, p. 1095.

mettent pas de considérer l'oxygène oxonien comme strictement basique, contrairement aux conclusions récentes de plusieurs auteurs; en d'autres termes, l'alcool méthylique et l'oxyde de méthyle, considérés comme *eaux substituées*, possèdent des propriétés analogues à l'eau, tantôt *acide*, tantôt *basique*. Ce fait est confirmé par les résultats que nous publions aujourd'hui.

II. — Les diagrammes réunis dans la figure ci-contre se rapportent aux systèmes suivants :

$$(CH^3)^2O - C^2H^2, \quad (CH^3)^2 - C^2H^4, \quad (CH^3)^2O - NO.$$

Sans insister sur les difficultés expérimentales que présentent les recherches quantitatives sur les mélanges de corps très volatils, tels que C^2H^4 et NO [1], nous indiquerons sommairement les résultats obtenus en appliquant à l'étude des systèmes précédents la méthode volumétrique récemment décrite avec détail par l'un de nous [2] (chaque système a fait l'objet de plusieurs séries d'expériences concordantes, comme le montre la suite des points portés sur la figure ci-contre) :

1° Le système $(CH^3)^2O - C^2H^2$ présente, à la température de $-117°,4$, un maximum très net qui caractérise la combinaison *normale*

$$(CH^3)^2O + C^2H^2 \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>O<\!\!\begin{matrix} CH \\ \| \\ CH \end{matrix}$$

2° La courbe $(CH^3)^2O - C^2H^4$ présente, pour une concentration moléculaire de 50 pour 100 et à la température de $-163°,2$, un point anguleux que l'allure du phénomène nous permet de regarder comme l'indice du produit d'addition, instable dans la phase liquide

$$(CH^3)^2O + C^2H^4 \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>O<\!\!\begin{matrix} CH^2 \\ | \\ CH^2 \end{matrix}$$

La forme de la courbe de fusibilité explique le résultat négatif obtenu par Briner et Cardoso dans leurs belles recherches sur la compressibilité et la liquéfaction de divers mélanges de ces deux gaz au-dessus de 0° C. [3].

3° Le système $(CH^3)^2O - NO$ nous a conduits à un résultat semblable et à des remarques du même ordre : il présente, à la température de $-166°,3$, un point anguleux extrêmement net, qui correspond à la composition *normale*

$$(CH^3)^2O + 2NO \quad \text{ou} \quad \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\!\!>O<\!\!\begin{matrix} NO \\ NO \end{matrix}$$

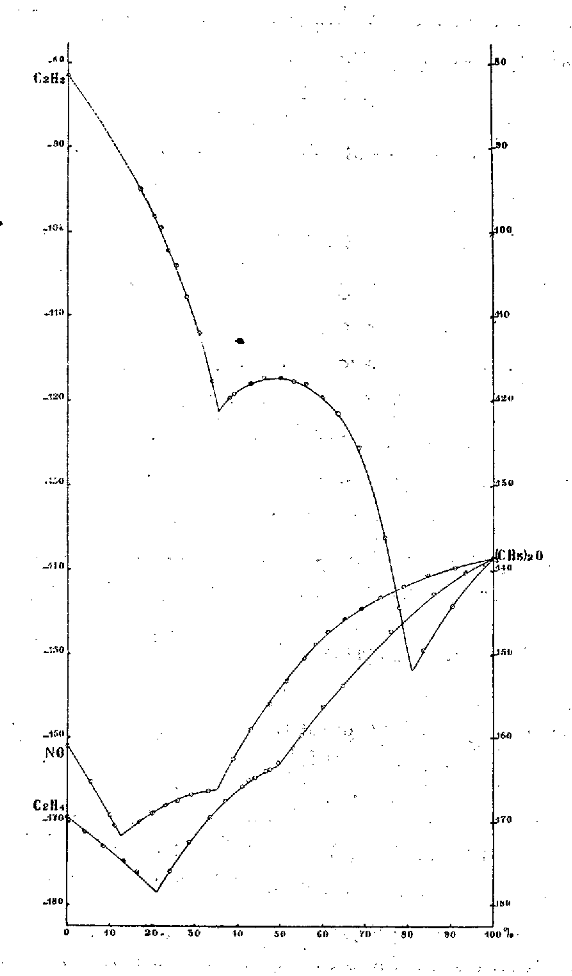
---

(1) G. Baume, *Journ. de Chim. phys.*, t. IX, 1911, p. 259.

(2) *Ibid.*, p. 245.

(3) Briner et Cardoso, *Journ. de Chim. phys.*, t. VI, 1908, p. 675.

III. — En terminant, nous indiquerons le point de fusion des gaz étudiés, que nous avons dû déterminer avec soin pour connaître exactement l'ori-



gine de nos courbes. Nous donnons, à côté de nos résultats personnels, les valeurs admises jusqu'à ce jour; la plupart sont très voisines des nôtres :

$(CH^3)^2O$.	C^2H^2.	C^2H^4.	NO.
—138°,4	— 81°,5	—169°,5	—160°,9
—138°,5 (G. Baume)	—81° (Villard)	—169° (Olszewki)	—160°,5 (Adwentowski)
—138°,1 (G. Baume et F.-L. Perrot)	— 81° (Mc Intosh)	— 169° (Ladenburg et Krügel)	— 150° (Ladenburg et Krügel)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide lactarinique, acide cétostéarique, retiré de quelques Champignons du genre* Lactarius. Note de MM. **J. Bougault** et **C. Charaux**.

Les acides gras fixes, retirés jusqu'ici des Champignons, sont peu nombreux ([1]). On a signalé : l'acide stéarique, l'acide oléique, un acide liquide peut-être identique à l'acide ricinolique, et enfin un acide cristallisé fondant à 69°-70°, découvert par Thörner (1879) dans l'*Agaricus integer* et retrouvé par Bissinger (1883) dans le *Lactarius piperatus ;* ces auteurs lui attribuent la formule $C^{15}H^{30}O^2$.

I. L'acide lactarinique, qui fait l'objet de cette Note, a été rencontré par nous dans un assez grand nombre de Lactaires et en particulier dans les espèces suivantes: *Lactarius theiogalus* B., *L. plumbeus* B., *L. pyrogalus* B., *L. uvidus* Fr. Nous aurons l'occasion de revenir sur la répartition de cet acide chez les Lactaires et les Champignons en général. Disons seulement qu'il ne se trouve pas dans tous les Lactaires ; quelques espèces, qui ne le contiennent pas, renferment un autre acide gras qui pourrait bien être celui de Bissinger ; les recherches en cours nous éclaireront sur ce point.

II. L'acide lactarinique existe à l'état libre dans les Champignons et peut en être retiré avec facilité par traitement à l'alcool à 90° bouillant. L'extrait, obtenu par distillation de l'alcool, est repris par l'eau et agité avec de l'éther. Ce dissolvant enlève l'acide cherché. On le purifie ensuite par lavage à l'éther de pétrole et cristallisation dans l'alcool à 90°.

L'acide cristallise en paillettes fondant à 87°. Il est insoluble dans l'eau ; il se dissout assez abondamment, à chaud, dans la plupart des dissolvants organiques usuels, mais à froid la solubilité est faible. L'éther et le chloroforme sont ses meilleurs dissolvants (3g à 4g pour 100^{cm^3}).

Les sels alcalins, solubles dans l'eau à chaud, sont très peu solubles à froid.

III. Le dosage du carbone et de l'hydrogène et la détermination du poids moléculaire par acidimétrie lui assignent la formule $C^{18}H^{34}O^3$, c'est-à-dire celle d'un acide cétostéarique.

([1]) Voir *Dictionnaire de Physiologie* de Richet, article *Champignons*, de M. E. Bourquelot.

Son éther éthylique fond à 41°.

La présence de la fonction cétone est démontrée par la formation d'une oxime, qui fond à 59°-61°. Nous avons fait subir à cette oxime la transposition de Beckmann; le produit obtenu fond à 104°; nous étudions en ce moment les produits de son hydrolyse dans le but d'arriver à fixer la place du groupement cétonique dans la formule de constitution.

L'acide lactarinique, soumis à l'hydrogénation par le sodium et l'alcool absolu, donne un acide-alcool $C^{18}H^{36}O^3$, fondant à 83°. Ce composé possède à peu près les mêmes solubilités que l'acide lactarinique; toutefois ses sels alcalins sont plus solubles dans l'eau froide.

Cet acide dihydrolactarinique $C^{18}H^{36}O^3$ fournit un éther acétique (point de fusion 52°-53°), ce qui démontre la présence de la fonction alcool.

IV. Pour établir d'une façon certaine les relations de l'acide lactarinique avec l'acide stéarique, nous avons cherché à passer du premier au second.

Nous y sommes arrivés en préparant l'éther iodhydrique de l'acide-alcool dihydrolactarinique et traitant l'éther obtenu par le zinc et l'acide acétique.

Le produit obtenu en dernier lieu s'est montré identique à l'acide stéarique.

En résumé, l'acide lactarinique que nous avons retiré de plusieurs champignons est un acide cétostéarique $C^{18}H^{34}O^3$.

Cet acide n'avait pas été obtenu jusqu'ici si l'on en juge d'après les points de fusion indiqués pour les deux acides cétostéariques connus; ces derniers en effet fondent, l'un à 83°, l'autre à 76°, notre acide fondant à 87°. Cependant, pour être absolument affirmatif sur ce point, il serait nécessaire de revoir avec soin les propriétés de ces divers acides et d'en faire une comparaison attentive : c'est aussi notre intention.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les indices de réfraction des cristaux liquides* (1). Note de M. P. Gaubert, présentée par M. Wallerant.

Les indices de réfraction de quelques cristaux liquides ont été déterminés, d'une manière approximative, par M. O. Lehmann (2) et avec une

(1) Ces recherches ont été faites avec un appareil spécial, que j'ai pu faire construire, grâce à la subvention qui m'a été accordée sur le fonds Bonaparte.

(2) O. Lehmann, *Ann. d. Physik*, 4e série, t. XVIII, 1905, p. 796.

assez grande précision par MM. Dorn et Lohmann [1]. Ces deux derniers auteurs ont employé le réfractomètre à deux prismes de Abbe pour mesurer le plus petit indice des deux corps très biréfringents qu'ils ont étudiés et ont déterminé l'indice le plus élevé en évaluant la biréfringence.

Comme pour la mesure des indices de réfraction des cristaux mous d'oléate d'ammoniaque, de lécithine, etc. [2], je me suis servi du réfractomètre de Klein. Avec un dispositif particulier j'ai chauffé la lentille demi-boule jusqu'à ce que le corps étudié donne un liquide isotrope, et c'est pendant le refroidissement que les mesures ont été faites. L'appareil étant muni d'un microscope, on peut examiner l'état de la substance au moment même où l'on fait les mesures et voir surtout si la préparation est bien perpendiculaire à l'axe optique.

La lentille demi-boule dont l'indice est de 1,7469, étant chauffée jusqu'à 150°, son indice de réfraction augmente tout au plus de 0,0004, et la plupart des mesures ayant été faites de 40° à 120°, on peut négliger les variations d'indice de la boule, d'autant plus que si la séparation de la partie obscure de la partie claire de l'image observée dans l'appareil est habituellement très nette, il arrive que la mesure, surtout pour le plus grand indice, ne peut être faite qu'à 2 ou 3 minutes près. Les déterminations sont donc exactes à une unité du troisième ordre.

Voici quelques-uns des résultats obtenus avec la lumière du sodium :

	T.	N_g.	N_p.	$N_g - N_p$.	Sig. opt.	Indice du liquide monoréf.
Propionate de cholestérine.	105°-95°	1,488-1,495	1,474-1,480	0,014-0,015	négatif	1,475
	85°	1,515	1,489	0,026	positif	
Benzoate de cholestérine...	150°-130°	1,497-1,508	1,482-1,491	0,015-0,017	négatif	1,482
Acétate de cholestérine....	95°	1,499	1,482	0,017	négatif	1,482
Caprinate de cholestérine..	85°	1,489	1,479	0,010	négatif	1,478
	80°	1,524	1,481	0,043	positif	
$\frac{\text{Proprionate}}{\text{Caprinate}} = \frac{5}{1}$........	70°-40°	1,489-1,497	1,484-1,491	0,005-0,007	négatif	1,480
$\frac{\text{Propionate}}{\text{Caprinate}} = \frac{1}{1}$........	70°-30°	1,494-1,512	1,481-1,487	0,013-0,025	négatif	

(1) DORN et LOHMANN, *Ann. d. Physik*, 4e série, t. XXIX, 1909, p. 533. Les deux auteurs ont étudié l'æthoxybenzalamino-α-methylzimtsaüreäthylester et l'æthoxybenzalamino-α-æthylzimtsaüreäthylester. M. Dorn (*Physikal. Zeitschrift*, 1910, p. 777) a mesuré les indices du propionate de cholestérine.

(2) P. GAUBERT, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 532.

	T.	N_g.	N_p.	$N_g - N_p$.	Sig. opt.	Indice du liquide monoréf.
$\frac{\text{Propionate}}{\text{Caprinate}} = \frac{1}{2}$	35°	1,508	1,484	0,024	négatif	
$\frac{\text{Propionate}}{\text{Caprinate}} = \frac{1}{5}$	50°-35°	1,501-1,505	1,478-1,481	0,023-0,024	négatif	
$\frac{\text{Propionate}}{p\text{-azoxyphénétol}} = \frac{20}{1}$	110°-88°	1,509-1,508	1,484-1,481	0,023-0,024	négatif	1,482
$\frac{\text{Propionate}}{p\text{-azoxyphénétol}} = \frac{10}{1}$	120°-88°	1,508-1,523	1,479-1,488	0,029-0,035	négatif	1,489
$\frac{\text{Propionate}}{p\text{-azoxyphénétol}} = \frac{5}{1}$	122°-88°	1,524-1,536	1,484-1,491	0,040 0,045	négatif	1,497

Avant de tirer des conclusions de ces observations, je vais faire quelques remarques pour expliquer les lacunes présentées par le Tableau.

Les composés de la cholestérine et surtout leurs mélanges présentent toujours la surfusion des différentes phases liquides isotrope et anisotrope. Ainsi, avec certains mélanges de propionate et de caprate $\left(\frac{1}{1}, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \text{etc.}\right)$, la phase liquide anisotrope négative peut se maintenir plusieurs jours à la température de 25° et la solidification peut se produire sans que l'autre phase biréfringente optiquement positive se produise. Du reste, il en est très souvent ainsi, même avec les corps purs; aussi il ne m'a pas toujours été possible de mesurer les indices de réfraction de la phase liquide positive; mais lorsqu'elle apparaît, même pour peu de temps, il est très facile de mettre son existence en évidence, en examinant au réfractomètre la nature des rayons réfléchis. Je l'ai constatée dans tous les corps que j'ai observés.

Les mélanges étudiés de propionate de cholestérine et de *p*-azoxyphénétol, observés au microscope, présentent les phénomènes suivants : le liquide isotrope refroidi donne des sphérolites liquides paraissant être solides. Au réfractomètre, ils donnent une bande de séparation peu nette correspondant à celle de l'indice moyen. Au bout d'un moment, on voit apparaître des courants, le corps semble se liquéfier et devenir monoréfringent en même temps que les belles couleurs épipoliques apparaissent. En effet, d'après les observations de M. Wallerant [1], ces couleurs ne se montrent que suivant l'axe optique. Alors seulement on observe au réfractomètre

(1) F. Wallerant, *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 605.

deux lignes de séparation très nettes, surtout celle qui correspond à n_p et la biréfringence et les indices peuvent être mesurés avec assez de précision.

On observe toujours une phase liquide à cristaux optiquement positifs succédant à la phase liquide à cristaux négatifs, surtout avec les mélanges de propionate et de *p*-azoxyphénétol dans les rapports de $\frac{20}{1}$ et de $\frac{15}{1}$. A mesure que la quantité de *p*-azoxyphénétol augmente, elle se produit plus difficilement.

La valeur des indices de réfraction des quelques substances étudiées met en évidence les faits suivants :

1° Les indices de réfraction des cristaux liquides augmentent rapidement quand la température s'abaisse.

2° La différence entre les indices de réfraction du liquide isotrope et ceux des cristaux liquides est faible.

3° Les cristaux de la phase liquide biréfringente se produisant avant la solidification du corps sont uniaxes optiquement positifs, et ceux appartenant à la phase liquide anisotrope existant à une température plus élevée sont uniaxes optiquement négatifs.

4° Les indices de réfraction des mélanges fournissent des résultats intéressants; il semble que les propriétés optiques de ces derniers ne suivent pas les lois régissant celles des mélanges des cristaux solides isomorphes. Il doit se produire entre les liquides anisotropes en présence, soit des combinaisons, soit des dissociations ou des désagrégations de la particule cristalline, etc., à moins que, dans le mélange, l'un des corps se trouve sous une forme polymorphe cristalline liquide, inconnue dans le corps pur.

5° Les mélanges de caprinate et de propionate ont une biréfringence plus élevée que celle des corps purs. Dans les mélanges de propionate et de *p*-azoxyphénétol, la biréfringence des cristaux liquides négatifs augmente avec la quantité de ce dernier corps. Dans la plupart des cas, la biréfringence diminue à mesure que la température s'élève.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude du pain visqueux.* Note de MM. E. KAYSER et H. DELAVAL, présentée par M. A. Müntz.

Le pain devenu visqueux est une altération qui a déjà fait l'objet de nombreuses recherches en raison des pertes considérables qu'elle occasionne en boulangerie. Elle est due à l'action de bacilles se rattachant au genre

Mesentericus dont les spores présentent une grande résistance aux agents physiques et chimiques.

Laurent, Uffelmann, Kretschner, Vogel et Fuhrmann et d'autres encore ont eu affaire à des microbes de ce genre; nous avons eu l'occasion d'en isoler une espèce du pain de mie parisien qui trouve un si grand emploi dans les tea-rooms et lors des réceptions mondaines.

Morphologie. — Bâtonnet légèrement courbe de 3^{μ}-6^{μ} de long sur $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},6$ de large, généralement isolé, quelquefois accolés deux par deux, très mobile à l'état jeune; spore ovoïde de 1^{μ} de dimension, plutôt aérobie, résistant 30 minutes à la vapeur d'eau bouillante, se multipliant entre 15° et 37°; température optima 33°; prenant le Gram.

Physiologie. — Développement pénible sur bouillon de viande gélatinisé, additionné de maltose, sans liquéfaction; sur bouillon gélosé, bande grisâtre festonnée tenant fortement au substratum; sur pomme de terre, bande grisâtre devenant rouge jaunâtre, glaireuse avec dégagement d'une odeur écœurante; solubilise partiellement le blanc d'œuf cuit. Sur bouillon liquide, développement rapide, léger voile, dépôt blanc et trouble uniforme; coagule le lait après 48 heures et donne lieu à une légère peptonisation après 15 jours; développement pénible dans l'eau de malt, de touraillons, de levure ou dans le liquide de macération de farine; favorisé par l'addition de carbonate de chaux, gêné déjà par 0,2 pour 100 d'acide lactique.

Développement rapide avec sporulation abondante dans le pain qui présente une coloration jaune-brun, mélassée, devenant par endroits visqueux, dégageant une odeur très désagréable rappelant un mélange d'acide valérianique et d'essence de térébenthine; développement nul dans le pain de gluten, mais léger après addition d'un peu de maltose.

Saccharifie l'amidon avec teinte rougeâtre en donnant un liquide facilement fermentescible par les levures de bière, mais pas par les levures apiculées.

Le microbe préfère comme sucre le maltose, mais intervertit le saccharose et le lactose; l'asparagine et surtout la peptone sont les aliments azotés.

Dans le pain complet, le microbe attaque à la fois l'amidon et les matières azotées en donnant comme produits : alcool éthylique, acide acétique, acide valérianique, de l'acétylméthylcarbinol déjà signalé par M. Grimbert pour le *Bac. tartricus*, enfin des produits de dégradation de la matière azotée; la réaction finale est tantôt acide, tantôt ammoniacale.

Grâce à la grande obligeance de MM. Arpin et Dumée, nous avons pu effectuer différents essais de panification au Syndicat de la Boulangerie parisienne; ils ont porté sur les influences suivantes : durée de cuisson, grosseur du pain; l'acidité de la pâte obtenue par addition à doses variables d'une culture lactique, de lait caillé ou d'une solution d'acide lactique du commerce; enfin température de conservation du pain.

Ces essais ont montré que l'addition d'acide lactique ($1^g,9$ à 2^g par kilogramme de pâte; sa dilution préalable dans l'eau facilitera sa répartition uniforme dans la pâte farineuse) suffisait avec une cuisson de 30 minutes pour empêcher la germination des spores dans les pains de 250^g et 500^g, une cuisson de 45 minutes dans le pain de 1000^g, même lorsqu'on conserve les pains à 25°. Ces résultats ont été confirmés par des essais en grand effectués dans des boulangeries.

Le microbe a son origine principale dans la farine; la température de cuisson et celle de la conservation du pain exercent une influence sur sa multiplication. L'épidémie intense qui a sévi cette année dans certaines boulangeries parisiennes et du Nord peut s'expliquer par des farines mal conservées, plus riches en microbes (l'année 1910 ayant été anormale), par l'emploi de levures défectueuses et par les températures insolites de 1911. Dans ces cas un lavage à l'eau acidulée bouillante de tous les ustensiles, la plus grande propreté, la conservation du pain à basse température sont utiles. Les pains sur levains vigoureux sont beaucoup moins sujets à cette altération que ceux obtenus avec de la levure seule.

MÉDECINE. — *Sur la nature et le siège de l'agent pathogène du typhus exanthématique.* Note (¹) de MM. **Charles Nicolle**, **A. Conor** et **E. Conseil**, transmise par M. E. Roux.

Si l'étude expérimentale et l'étiologie du typhus exanthématique ont fait en ces dernières années d'utiles progrès, notre incertitude est encore grande au sujet de la nature de son agent pathogène. Il est permis d'admettre qu'il s'agit d'un microbe invisible et sans doute filtrant; mais la preuve de cette dernière propriété nous a été particulièrement délicate à établir en raison du nombre insuffisant des éléments qui traversent le filtre et de la nécessité d'employer de fortes doses de virus pour obtenir à coup sûr l'infection des animaux sensibles.

Une localisation du microbe exanthématique dans l'intérieur de certaines cellules donnerait de cette difficulté une explication des plus claires, la plupart des microbes demeurant prisonniers dans ces cellules. L'un de nous avait émis déjà l'hypothèse du siège intraleucocytaire du virus. Les expériences nouvelles que nous allons rapporter et qui seront publiées ultérieurement en détail viennent à l'appui de cette conception. Des divers éléments

(¹) Transmise dans la séance du 11 septembre 1911.

du sang, séparés par centrifugation, les globules blancs sont en effet les plus virulents; une dose minime de ces cellules détermine chez le singe une infection rapide et grave; le plasma, moins actif, semble ne devoir sa virulence qu'aux leucocytes ou débris leucocytaires dont il est malaisé de le débarrasser complètement; les globules rouges lavés n'ont pas de virulence. D'autre part, le sérum sanguin centrifugé est inoffensif pour l'homme et une humeur dépourvue de cellules, le liquide céphalorachidien, se montre également inactive.

A. Virulence comparée des divers éléments du sang séparés par centrifugation. — *Première expérience.* — Le sang utilisé a été prélevé par ponction veineuse sur le malade 120, atteint d'un typhus grave au septième jour, puis additionné de citrate de soude, centrifugé, etc. Les manœuvres de séparation et lavage des divers éléments du sang ont demandé trois quarts d'heure.

Sept singes (bonnets chinois) sont inoculés dans la cavité péritonéale, savoir : *d'une part*, un témoin neuf et deux témoins immunisés par une atteinte antérieure, avec 5^{cm^3} de sang frais; *d'autre part*, les singes A, avec une même dose de sang citraté; B, avec même dose de plasma citraté; C, avec $2^{cm^3},5$ de globules rouges; D, avec 1^{mm^3} de la couche leucocytaire.

Les résultats ont été les suivants : Témoin neuf (sang frais), incubation 16 jours, typhus moyen de 12 jours de durée (la température dépasse 40° pendant 6 jours); témoins immunisés (sang frais), néant. A (sang citraté), incubation 12 jours, typhus moyen de 9 jours (la température dépasse 40° pendant 9 jours); B (plasma citraté), incubation 8 jours, durée 9 jours (6 jours au-dessus de 40°); C (globules rouges), incubation 13 jours, typhus abortif de 5 jours (3 jours à 40°, dont un seul au-dessus); D (globules blancs), incubation 6 jours, typhus grave de 9 jours (9 jours au-dessus de 40°).

Deuxième expérience. — Pratiquée dans les mêmes conditions que la précédente avec le sang du malade 69 au 13e jour d'un typhus grave. La séparation des divers éléments du sang a demandé 30 minutes et a été plus parfaite que dans la première expérience. Trois bonnets chinois ont été inoculés dans la cavité péritonéale, savoir : E avec 5^{cm^3} de plasma citraté, F avec même dose de globules rouges, G avec 1^{mm^3} environ de globules blancs.

Les résultats ont été les suivants : E (plasma citraté), incubation 13 jours, typhus léger de 7 jours (3 jours à 40° ou au-dessus); F (globules rouges), néant; G (globules blancs), incubation 7 jours, typhus grave de 11 jours (la température dépasse 40° pendant 9 jours). Éprouvés 67 jours après la première inoculation par l'injection intrapéritonéale de 5^{cm^3} de sang d'un singe au 5e jour d'un typhus expérimental : E et G n'ont pas réagi, F a fait un typhus grave de 8 jours après 11 jours d'incubation.

B. Non virulence du sérum sanguin débarrassé des éléments cellulaires par centrifugation. — Le sérum sanguin de coagulation est, théoriquement du moins, dépourvu de cellules, celles-ci demeurant emprisonnées dans le caillot au moment de

sa rétraction ; une centrifugation prolongée le débarrasse des quelques éléments figurés qu'il peut contenir. Il est donc facile d'obtenir un sérum dépourvu de tout globule blanc. Si notre hypothèse de la localisation du virus exanthématique dans ces cellules est exacte, un tel liquide sera inoffensif. L'expérience pratiquée sur l'homme démontre qu'il en est ainsi :

L'un de nous reçoit dans les veines 1^{cm^3} du sérum sanguin d'un singe atteint de typhus au troisième jour de sa fièvre, 7 heures après la saignée ; résultat négatif. Une expérience antérieure nous avait montré que le sérum sanguin ne jouit d'aucune propriété microbicide *in vitro* sur le virus exanthématique.

C. Non virulence du liquide céphalorachidien. — Ce liquide, dépourvu de tout élément cellulaire, offre une virulence nulle.

Un bonnet chinois, inoculé dans la cavité péritonéale avec 15^{cm^3} du liquide céphalorachidien du malade 28 au neuvième jour d'un typhus grave n'a présenté aucun symptôme; éprouvé 44 jours plus tard par l'inoculation intrapéritonéale de 5^{cm^3} de sang d'un singe au cinquième jour de son infection, ce bonnet a contracté une fièvre de 7 jours de durée après 12 jours d'incubation.

D. Expérience négative de filtration du virus exanthématique avec des produits leucocytaires. — Les leucocytes se montrant hautement virulents, nous avons pensé qu'il serait peut-être possible d'obtenir, par la désagrégation artificielle d'une quantité importante de ces cellules, assez de microbes libres pour que leur émulsion filtrée infecte le singe. Il n'en a rien été; dans ce cas encore, le nombre des microbes qui ont traversé le filtre était sans doute insuffisant :

La couche leucocytaire obtenue par centrifugation de 70^{cm^3} de sang citraté du malade 120 a été soumise successivement à un broyage et à un lavage par l'eau distillée, puis additionnée d'eau physiologique et filtrée sur bougie Berkefeld du modèle le plus perméable; ces diverses opérations ont demandé une heure et demie environ. De deux bonnets chinois inoculés dans la cavité péritonéale, l'un, ayant reçu le dépôt demeuré sur le filtre, s'est infecté (incubation 7 jours, fièvre 12 jours); l'autre, le liquide filtré, non.

Ce dernier animal, éprouvé ultérieurement par inoculation du sang d'un malade, a contracté le typhus (incubation 7 jours, fièvre 8 jours).

Notre expérience antérieure et positive de filtration du virus exanthématique demeure donc unique.

M. H. **Faes** adresse un Mémoire relatif à *La lutte contre le mildew*.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 septembre 1911.

Leonhardi Euleri *opera omnia*, sub auspiciis Societatis Scienciarum naturalium Helveticæ, edenda curaverunt Ferdinand Rudio, Adolf Krazer, Paul Stäckel. Series prima : *Opera mathematica*. Volumen I : *Vollständige Anleitung zur Algebra*, mit den Zusätzen von Joseph-Louis Lagrange, herausgegeben von Heinrich Weber, mit einem Bilde von Euler nach dem Stiche von Mechel, einem Vorwort zur Euler-Ausgabe und der Lobrede von Nicolaus Fuss. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1911; 1 vol. in-4°. (Quarante exemplaires souscrits par l'Académie.)

Un Catalogue de 25 bolides, par M. Lucien Libert. (Extr. du Volume des *Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences : Congrès de Clermont-Ferrand*, 1908.) Paris; 1 fasc. in-8°.

Un Catalogue de 1371 étoiles filantes observées, du 7 janvier 1897 au 19 septembre 1908, par M. Lucien Libert; 1re Partie. (Extr. des *Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences : Congrès de Lille*, 1909.) Paris; 1 fasc. in-8°.

207 *prostatectomies pour hypertrophie de la prostate*, par Victor Pauchet. (*Congrès international d'Urologie;* Londres, juillet 1911.) Montdidier, imp. J. Bellin, s. d.; 1 fasc. in-8°.

Le Livre du prince Korab. Corbeil, impr. Crété, 1909; 1 vol. in-4°.

Mémorial de l'Artillerie navale; 3e série, t. V, 1re livraison de 1911. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse; 2e série, t. X. Toulouse. Douladoure-Privat, 1910; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France; année 1910. t. XXII. Paris; 1 vol. in-8°.

Observatoire royal de Belgique. Annuaire astronomique pour 1912, publié par les soins de C. Lecointe, Directeur scientifique du Service astronomique. Bruxelles, 1911; 1 vol. in-12.

Societa Reale di Napoli. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; serie seconda, vol. XIV, con 6 tavole. Naples, 1910; 1 vol. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 SEPTEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, aussitôt après la lecture du procès-verbal, à propos de la catastrophe de *La Liberté* dont on vient de recevoir la nouvelle, s'exprime ainsi :

« L'Académie des Sciences ne peut laisser passer la terrible nouvelle de la catastrophe qui nous enlève le cuirassé *La Liberté* sans exprimer publiquement toute la part qu'elle prend à ce deuil national. Je pense, Messieurs, que vous voudrez bien, avec votre Président, envoyer un salut bien attristé aux malheureuses familles des victimes. »

M. **Bassot** fait hommage à l'Académie du 14e Volume des *Annales de l'Observatoire de Nice* et s'exprime ainsi :

« L'Observatoire de Nice, lors de sa fondation, s'était donné comme premier programme : au méridien, d'observer d'abord les étoiles de repère, utilisées pour les observations équatoriales, puis de reviser le Catalogue d'étoiles doubles de Dorpat, publié par Struve.

» Ce travail a été poursuivi pendant 14 années, de 1887 à 1900, au grand cercle méridien de Brunner, dont l'objectif a $0^m,20$ d'ouverture.

» Les observations des douze premières années ont déjà été publiées dans les Tomes précédents.

» Le Tome XIV présente d'abord les observations des deux dernières années, 1899 et 1900; il donne ensuite le résumé général de l'ensemble des

observations sous forme de Tableaux qui fournissent, pour chaque étoile observée pendant la période des 14 années, les positions moyennes de chaque observation ramenées à 1900,0 et leurs moyennes; puis, pour les étoiles fondamentales, les corrections trouvées aux éphémérides de la *Connaissance des Temps*.

» Avec l'ensemble de ces matériaux, l'Observatoire de Nice a cru pouvoir former un Catalogue nouveau, comprenant les 4214 étoiles observées à Nice, qui figure dans le Tome XIV.

» L'établissement de ce Catalogue réclamait une discussion approfondie des conditions dans lesquelles les observations ont été faites, de la précision qu'elles comportent et du degré de confiance qu'elles peuvent inspirer à l'Astronomie de précision. Cette discussion est présentée dans un Mémoire, qui a été rédigé avec sagacité par M. Simonin, sous-directeur de l'Observatoire de Nice, récemment nommé astronome titulaire de l'Observatoire de Paris.

» C'est à M. Simonin que revient d'ailleurs le mérite d'avoir dirigé l'ensemble des travaux de réduction concernant ce Catalogue : il est juste d'ajouter qu'il a été très intelligemment secondé par MM. Prim, Giacobini et Colomas, sans oublier l'infortuné Charlois, ses collaborateurs de l'Observatoire de Nice. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions* Θ *de degrés supérieurs.* Note (¹) de M. **Paul Appell.**

Les fonctions Θ ordinaires sont des séries d'exponentielles dont l'exposant est du *second degré* par rapport au rang du terme; c'est cette circonstance qui établit un rapport étroit entre la théorie de ces fonctions et la théorie arithmétique des formes quadratiques.

Il semble dès lors qu'il y ait intérêt, tant au point de vue fonctionnel qu'au point de vue arithmétique, à étudier des séries d'exponentielle dans lesquelles l'exposant soit une forme *d'un degré pair quelconque* $2k$ du rang du terme; j'appellerai, pour abréger, ces fonctions *des fonctions* Θ *de degré* $2k$. Je me bornerai ici aux fonctions de degré 4 et aux séries à simple entrée.

Soit p un entier variable positif ou négatif; considérons un polynome du

(¹) Présentée dans la séance du 18 septembre 1911.

quatrième degré en p, de la forme

$$\varphi(p)=\alpha\frac{p(p-1)(p-2)(p-3)}{24}+\beta\frac{p(p-1)(p-2)}{6}+\gamma\frac{p(p-1)}{2}+\delta p,$$

où α, β, γ, δ sont des entiers déterminés, choisis arbitrairement, le premier α étant assujetti à être *positif*. Ce polynome prend des valeurs entières pour toutes les valeurs positives ou négatives de l'entier p. Prenons les différences successives du polynome $\varphi(p)$:

$$\varphi_1(p)=\varphi(p+1)-\varphi(p)=\alpha\frac{p(p-1)(p-2)}{6}+\beta\frac{p(p-1)}{2}+\gamma p+\delta;$$

$$\varphi_2(p)=\varphi_1(p+1)-\varphi_1(p)=\alpha\frac{p(p-1)}{2}+\beta p+\gamma;$$

$$\varphi_3(p)=\varphi_2(p+1)-\varphi_2(p)=\alpha p+\beta.$$

Considérons enfin la série (¹)

$$(1)\qquad \Theta\begin{pmatrix} a & x & y & z \\ \alpha & \beta & \gamma & \delta \end{pmatrix}=\sum_{p=-\infty}^{p=+\infty} e^{a\varphi(p)+x\varphi_1(p)+y\varphi_2(p)+z\varphi_3(p)},$$

où x, y, z sont des variables complexes indépendantes, a désignant une *constante* dont la partie réelle est *négative*. A cause de cette dernière condition, la série est convergente quels que soient x, y, z : elle définit une fonction entière de x, y, z, dépendant des quatre entiers α, β, γ, δ. On peut toujours ramener l'entier β à être égal à l'un des nombres

$$(2)\qquad 0,\quad 1,\quad 2,\quad \ldots,\quad \alpha-1;$$

en effet p prenant toutes les valeurs de $-\infty$ à $+\infty$, on ne change pas la somme de la série, en remplaçant, dans l'exposant, p par $p+\lambda$, λ étant un entier arbitrairement choisi; cette substitution transforme le polynome $\varphi(p)$ en un autre $\varphi(p+\lambda)$ de même forme à un terme constant près, avec le même coefficient α, les coefficients suivants prenant d'autres valeurs β', γ', δ', où

$$\beta'=\beta+\lambda\alpha;$$

on peut alors choisir λ de façon à rendre β' égal au reste de la division de β par α.

(¹) La série spéciale que j'ai étudiée en 1891 (*Annales de la Faculté de Marseille* et *Bulletin de la Société mathématique*) est un cas très particulier de la série (1). Inversement, on pourrait ramener la série (1) à cette série spéciale.

L'entier positif α peut être appelé *l'ordre* de la fonction Θ; cet entier étant donné, β peut avoir l'une des valeurs (2), γ et δ sont arbitraires. Il y a donc une infinité de fonctions Θ du quatrième degré, d'un ordre donné α. Toutes ces fonctions Θ des trois variables x, y, z vérifient les quatre relations suivantes:

$$(3)\quad \begin{cases} \Theta(x+2\pi i, y, z) = \Theta(x, y, z), \\ \Theta(x, y+2\pi i, z) = \Theta(x, y, z), \\ \Theta(x, y, z+2\pi i) = \Theta(x, y, z), \\ \Theta(x+a, y+x, z+y) = e^{-\alpha z}\Theta(x, y, z). \end{cases}$$

La dernière relation s'obtient immédiatement en changeant, dans la série, p en $p+1$, et remarquant que

$$\begin{aligned} \varphi(p+1) &= \varphi(p) + \varphi_1(p), \\ \varphi_1(p+1) &= \varphi_1(p) + \varphi_2(p), \\ \varphi_2(p+1) &= \varphi_2(p) + \varphi_3(p), \\ \varphi_3(p+1) &= \varphi_3(p) + \alpha. \end{aligned}$$

Réciproquement, *toute fonction entière* de x, y, z vérifiant les relations (3) est une fonction linéaire à coefficients constants des fonctions $\Theta\begin{pmatrix} a, x, y, z \\ \alpha, \beta, \gamma, \delta \end{pmatrix}$, du quatrième degré, d'ordre α. C'est ce qu'on montre par la méthode des coefficients indéterminés. J'appellerai ces fonctions entières, vérifiant les relations (3), des fonctions Θ du quatrième degré α.

La fonction

$$G(x, y, z) = \prod_{i=1}^{i=k} \Theta(x, y, z, z - c_i)$$

est une fonction Θ du quatrième degré d'ordre $k\alpha$, où z est remplacé par $z - c$.

La fonction

$$F(x, y, z) = \prod_{i=1}^{i=k} \frac{\Theta(x, y, z - c_i)}{\Theta(x, y, z - g_i)},$$

où

$$\Sigma c_i = \Sigma g_i + \frac{2n\pi i}{\alpha},$$

admet la période $2\pi i$, par rapport à chacune des variables x, y, z et vérifie la relation

$$F(x+a, y+x, z+y) = F(x, y, z);$$

les dérivées partielles de F par rapport à z vérifient les mêmes relations. Il en est de même de la fonction

$$F(x, y, z) = \sum_{i=1}^{i=k} A_i \frac{d \operatorname{Log} \Theta(x, y, z - g_i)}{dz}$$

où

$$\Sigma A_i = 0.$$

Enfin le produit des fonctions précédentes F et de leurs dérivées partielles par rapport à z, par une puissance convenable d'un produit de la forme

$$\prod_{i=1}^{i=k} \Theta(x, y, z - g_i),$$

est une fonction Θ dont l'ordre est un multiple de $k\alpha$, où z est remplacé par $z - g$.

L'étude de ces relations devra être faite en détail; je ne puis l'aborder ici.

M. P. Duhem, faisant hommage à l'Académie du second et dernier Tome de son *Traité d'Énergétique ou de Thermodynamique générale*, adresse la lettre suivante :

De même que le Tome I avait pour principal objet l'établissement des lois de la Statique générale, c'est à l'énoncé et à l'emploi des lois de la Dynamique générale que tend le Tome II. Ces lois se tirent des lois de la Statique par une extension du principe de d'Alembert :

L'ensemble du travail virtuel d'inertie et du travail virtuel de viscosité tient, en ce principe généralisé, la place que le principe de d'Alembert, pris sous sa forme stricte, réserve au seul travail virtuel d'inertie.

Les lois de la Dynamique générale une fois posées, il est possible de discuter un grand nombre de questions; parmi celles qui ont surtout retenu notre attention, il en est de deux sortes: les unes ont trait à la célèbre inégalité de Clausius; les autres, à la stabilité de l'équilibre.

L'examen des circonstances où il est permis d'énoncer les inégalités de Clausius exige qu'on ait défini exactement la quantité de chaleur dégagée par chacune des parties du système qu'on étudie.

Lorsque ces parties sont indépendantes les unes des autres, la définition de la quantité de chaleur dégagée par chacune d'elles ne prête pas à contes-

tation. Il n'en est pas de même lorsque ces parties sont contiguës et glissent avec viscosité les unes sur les autres ; deux définitions, très distinctes l'une de l'autre, ont pu, dans ce cas, être proposées : l'une, autrefois, par nous-même; l'autre, plus récemment, par M. É. Jouguet. Chacune de ces deux définitions a ses avantages et ses inconvénients; aussi nous sommes-nous bien gardé de choisir entres elles; nous les avons exposées toutes deux et suivies jusqu'en leurs dernières conséquences. Par bonheur, lorsqu'il s'agit de systèmes continus, ce qui est le cas le plus intéressant pour la Physique mathématique, ces conséquences deviennent presque toujours identiques.

Lagrange et Lejeune-Dirichlet ont fait connaître des circonstances où la stabilité d'un état d'équilibre est assurée ; le théorème qu'ils ont établi souffre, en Énergétique, de larges extensions; ces extensions, toutefois, ne sont possibles que dans les divers cas où le système admet une énergie utilisable; aussi nous sommes-nous attaché à la détermination précise de ces cas; parmi ces cas, il en est un qui a surtout retenu notre attention : c'est celui qui a été découvert par M. Gouy et étudié par divers auteurs, en particulier par M. É. Jouguet.

L'extension de la démonstration de Lagrange et de Lejeune-Dirichlet présente, d'ailleurs, des difficultés de diverses sortes.

Les unes ont l'origine suivante : certains systèmes n'admettent d'énergie utilisable qu'en vertu de certaines relations supplémentaires, et la perturbation initiale peut ne pas respecter ces relations. Les autres difficultés sont dues à ce fait qu'un nombre limité de variables ne suffit pas à définir un état du système étudié. Nous nous sommes attaché à montrer de quelle manière et jusqu'à quel point ces difficultés pouvaient être surmontées.

Nous avons exposé, en y ajoutant quelques compléments, les travaux de M. Liapounoff et de M. Hadamard sur les conditions qui sont nécessaires pour la stabilité de l'équilibre; les recherches de M. Routh sur la théorie des petits mouvements; celles de W. Thomson et Tait, de M. Poincaré, de M. Liapounoff sur la stabilité de l'équilibre relatif; cet exposé termine notre Ouvrage.

NOMINATIONS.

M. E. Tisserand est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé au Colonel *Laussedat*, à Moulins.

CORRESPONDANCE.

Le **Comité exécutif du VIIIe Congrès international de Chimie appliquée**, qui doit se tenir à Washington et à New-York en septembre 1912, invite l'Académie à s'y faire représenter et à participer à ses travaux.

M. **Lewis Boss** adresse des remercîments pour la distinction que l'Académie a accordée à ses travaux.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le fascicule VII (Tome I) de la *Flore générale de l'Indo-Chine*, publiée sous la direction de M. H. Lecomte. (Présenté par M. L. Mangin.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Découverte d'une comète à l'observatoire Flammarion de Juvisy*. Note de MM. **F. Quénisset** et **F. Baldet**, présentée par M. H. Deslandres.

En observant à la jumelle, le 23 septembre 1911, à $8^h 25^m$ (heure légale), la constellation de la Petite Ourse, l'un de nous, F. Quénisset, a découvert une nébulosité diffuse, sensiblement ronde, présentant un noyau central. Nous avons aisément reconnu qu'il s'agissait d'une comète.

Avec la lunette de $0^m,24$, cette comète se présentait sous la forme d'une nébulosité diffuse, légèrement ovale, de 4′ environ de diamètre, avec un noyau bien visible au centre. Son éclat a été estimé à $7^g,5$. Elle se déplaçait vers le Sud-Ouest.

Nous avons photographié l'aspect de la comète avec plusieurs appareils et son spectre avec un prisme-objectif, de $10^h 16^m$ à $10^h 50^m$, soit pendant 34 minutes, l'arrivée des nuages nous ayant obligés à mettre fin à nos observations. Malgré la courte durée de l'exposition, les clichés ont donné les images de la comète. Sur les clichés d'aspect la tête est ronde avec des traces de queue. Le spectre montre deux condensations correspondant à la bande

bleue du spectre de Swan et à la bande caractéristique du cyanogène ($\lambda = 388$).

Le lendemain 24 septembre nous avons pu continuer l'étude de cette comète. Son éclat avait sensiblement augmenté et on la soupçonnait à l'œil nu. On en a pris des photographies d'aspect et de spectre de $8^h 28^m$ à $10^h 37^m$. Sur les photographies d'aspect, la queue est nettement visible sur une longueur de 1° dans l'angle de position : 322°. Le spectre est plus intense et plus complet que celui de la veille et montre en outre un spectre continu.

Nous avons déterminé sur les clichés la position de la comète par rapport aux étoiles voisines. En prenant dans l'atlas d'Argelander les positions des étoiles de comparaison, nous avons trouvé pour les coordonnées apparentes de la comète rapportées à l'équinoxe 1855 :

Dates. 1911.	Temps moyen légal.	Æ.	Ⓓ.	Grandeur.
Sept. 23.........	$10^h 16^m$	$14^h 24^m 40^s$	75° 19′,1	7,5
» 24.........	$8^h 28^m$	$14^h 34^m 44^s$	73° 26′,8	6,5

On en conclut pour le moyen mouvement diurne en Æ $= + 9^m 38^s$ et en Ⓓ $= - 1° 48'$.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces* R *et les surfaces* Ω. Note de M. A. Demoulin.

1. Envisageons une congruence quelconque engendrée par une droite d. Soient A et B les points focaux de cette droite et d_1, d_{-1} les tangentes des surfaces (A), (B) [1] conjuguées à d.

Soumettons cette figure à la transformation de Lie qui change les droites en sphères. A la droite d correspondra une sphère Σ de centre O ; nous désignerons par M et N ses points caractéristiques, M correspondant à A et N à B. A la droite d_1 correspondra une sphère Σ_1 de centre O_1 tangente en M à la surface (M) et à la droite d_{-1} correspondra une sphère Σ_{-1} de centre O_{-1} tangente en N à la surface (N).

Soit t une droite variable tangente en A la surface (A) ; la sphère U qui lui correspond dans la transformation de Lie est tangente en M à la surface (M). Le faisceau engendré par la droite t est projectif à la ponctuelle dé-

[1] Nous désignons, en général, par (P) la surface décrite par un point P et par (a) la congruence engendrée par une droite a.

crite par le centre de U. Or, aux tangentes asymptotiques de (A) et aux tangentes conjuguées d, d_1 correspondent les sphères principales de (M) et les sphères Σ, Σ_1. Par suite, les points O, O_1 sont conjugués harmoniques par rapport aux centres de courbure principaux de (M).

On démontrera de la même manière que les points O, O_{-1} sont conjugués harmoniques par rapport aux centres de courbure principaux de (N).

2. Si la congruence (d) appartient au complexe linéaire L qui définit la transformation de Lie, la sphère Σ se réduit à un point et les points O, M, N coïncident; par suite, les sphères Σ_1, Σ_{-1} coïncident avec la sphère harmonique H de la surface (M) et les droites d_1, d_{-1} sont conjuguées par rapport à L. En outre, si l'on désigne par C et D les seconds foyers de ces droites, les surfaces (C) et (D) qui correspondent à la seconde nappe de l'enveloppe de la sphère H sont polaires réciproques par rapport à L. Dès lors, la droite CD admet C, D comme points focaux et les tangentes d_2, d_{-2} des surfaces (C), (D), conjuguées aux droites d_1, d_{-1}, sont conjuguées par rapport à L.

3. Si la congruence (d) est W, les lignes de courbure des surfaces (M), (N) se correspondent et les normalies développables de ces surfaces découpent sur la surface (O) un réseau conjugué C. Si de plus la congruence (d_1) est W, les normalies développables de la surface (M) découpent sur la surface (O_1) un réseau conjugué C_1. Les points O et O_1 étant conjugués harmoniques par rapport aux centres de courbure principaux de (M), il résulte d'un théorème de M. Kœnigs [1] que les réseaux C et C_1 sont à invariants égaux. Une partie de ce résultat peut être énoncée comme il suit : les normalies développables de (N) découpent sur (O) un réseau conjugué à invariants égaux. Si l'on y joint la remarque que les points O, O_{-1} sont conjugués harmoniques par rapport aux centres de courbure principaux de (N), l'application du théorème de M. Kœnigs, invoqué plus haut, montre que les normalies développables de (N) découpent sur (O_{-1}) un réseau conjugué à invariants égaux. Dès lors, sur les deux nappes de l'enveloppe de la sphère (Σ_{-1}), les lignes de courbure se correspondent et la congruence (d_{-1}) est W. Par conséquent :

Si une congruence (d) *est* W *et si une de ses transformées de Laplace* (d_1), (d_{-1}) *est* W, *toutes ses transformées de Laplace seront* W.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 113, 1891, p. 1022.

Nous avons énoncé ce théorème en 1909 [1], M. Tzitzéica l'a retrouvé récemment [2]. Nous l'avions établi par les considérations qui précèdent et aussi par l'application des méthodes de la Géométrie projective intrinsèque que nous avons exposées dans notre Note du 22 février 1909.

Indiquons enfin une troisième démonstration de ce théorème. Conservant toutes les notations du n° 1, supposons que la congruence (d) soit W et désignons par u, v les paramètres des lignes asymptotiques des surfaces (A) et (B). Reportons-nous maintenant à notre Note du 3 janvier 1910 et prenons Σ pour sphère S_3. Pour que la congruence (d_1) soit W, il faut et il suffit que, sur la surface (O_1), le réseau (u, v) soit conjugué. Si l'on exprime analytiquement cette condition, on trouve

$$(\alpha) \qquad \frac{q}{p_1} = \frac{U}{V},$$

U désignant une fonction de u et V une fonction de v, et l'on déduit immédiatement de là que la congruence (d_{-1}) est aussi W [3]. C. Q. F. D.

---

(1) *Bulletin de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, décembre 1909. — Pour que les complexes linéaires osculateurs des congruences (d_1), (d_{-1}) soient conjugués par rapport au complexe linéaire osculateur de la congruence (d), il faut et il suffit que la congruence (d) appartienne à un complexe linéaire.

(2) *Comptes rendus*, séance du 24 avril 1911. — Faisons observer toutefois que le raisonnement de M. Tzitzéica prouve seulement qu'à toute équation de Laplace à invariants égaux admettant six solutions liées par une relation quadratique à coefficients constants correspond une congruence W dont toutes les transformées de Laplace sont W. Pour démontrer notre théorème par des considérations relatives à l'espace à cinq dimensions, il suffit d'utiliser complètement le théorème de M. Kœnigs.

(3) Comme l'angle $d\varphi$ de deux sphères S_3 infiniment voisines est donné par la formule $d\varphi^2 = q^2\,du^2 + p_1^2\,dv^2$, les développables des congruences (d), (d_1), (d_{-1}) ont pour équation différentielle $q^2\,du^2 + p_1^2\,dv^2 = 0$ ou, en tenant compte de la relation (α), $U^2\,du^2 + V^2\,dv^2 = 0$. De là résulte un théorème énoncé par M. Tzitzéica : *Si les tangentes d'un réseau conjugué engendrent des congruences* W, *ce réseau est isothermo-conjugué.* Signalons la réciproque qui se déduit de la même analyse : *Si une des tangentes d'un réseau isothermo-conjugué engendre une congruence* W, *l'autre tangente engendre aussi une congruence* W.

Par un choix convenable du paramètre u, v, l'équation (α) se réduit à $q = p_1$. En remplaçant p_1 par q dans les équations (A) de notre Note du 3 janvier 1910, on obtient un système du sept équations à sept inconnues dont l'intégration donnerait les congruences W dont toutes les transformées de Laplace sont W.

4. Nous appellerons avec M. Tzitzéica *réseau* R un réseau conjugué dont les tangentes engendrent des congruences W. Nous appellerons en outre *surface* R toute surface qui possède au moins un réseau R, et *congruence* R la congruence engendrée par une des tangentes d'un réseau R.

Envisageons le réseau R dont les tangentes sont d, d_1. On a vu que la transformation de Lie fait correspondre à la surface (A) sur laquelle est tracé ce réseau une surface, la surface (M), dont les normalies développables découpent sur une surface convenablement choisie un réseau conjugué à invariants égaux. Il est clair que la réciproque est vraie : *Supposons que les normalies développables d'une surface* (M) *découpent sur une surface* (O) *un réseau conjugué à invariants égaux* (nous appellerons *surface* Ω toute surface jouissant de cette propriété) *et envisageons les sphères* Σ, Σ_1 *tangentes à la surface* (M) *et admettant pour centre le point* O *et le conjugué harmonique* O_1 *du point* O *par rapport aux centres de courbure principaux de la surface* (M). *La transformation de Lie fait correspondre aux sphères considérées deux droites* d, d_1 *qui sont les tangentes d'un réseau* R.

L'ensemble des surfaces Ω reste inaltéré lorsqu'on le soumet à une dilatation ou à une inversion.

Parmi les surfaces Ω nous citerons :

1° *Les surfaces à représentation sphérique isothermique.* — Pour ces surfaces les sphères Σ, Σ_1 sont la sphère moyenne et le plan tangent. Or la transformation de Lie fait correspondre aux plans considérés comme sphères de rayon infini des droites s'appuyant sur une droite fixe (laquelle appartient au complexe L). Par suite, la droite d_1 qui correspond à Σ_1 s'appuie sur cette droite et dès lors *aux surfaces à représentation sphérique isothermique correspondent les réseaux* R *dont une des tangentes s'appuie sur une droite fixe.*

2° *Les surfaces isothermiques.* — Dans ce cas, la sphère Σ se réduit au point M et la sphère Σ_1 est la sphère harmonique de la surface (M). Par suite, la droite d engendre une congruence appartenant au complexe L. Donc *aux surfaces isothermiques correspondent les réseaux* R *dont une des tangentes appartient à un complexe linéaire non spécial.*

ÉLECTRICITÉ. — *Influence de l'amortissement des ondes dans l'emploi des cadres d'orientation en radiotélégraphie.* Note [1] de M. A. **Blondel**, transmise par M. H. Poincaré.

En négligeant d'abord la période troublée d'établissement des oscillations

[1] Note reçue dans la séance du 4 septembre 1911.

électriques du poste émetteur, on peut raisonner sur des ondes simplement amorties, de fréquence constante. On posera, pour simplifier : $\omega = \frac{2\pi}{T}$; $\delta = \frac{\Delta}{T}$ (en appelant Δ le décrément logarithmique) [1], $\pm t'$ la différence de phase en temps entre chaque antenne supposée verticale et l'axe vertical du cadre; $2\pi\xi$ l'angle de phase correspondant $\left(\xi = \frac{t'}{T} = \frac{x \sin\theta}{\lambda}\right)$; j le symbole des imaginaires $(j = \sqrt{-1})$; les autres notations sont les mêmes que dans ma Note précédente [2]. L'expression de la force électromotrice e_0 induite dans une antenne simple, supposée placée suivant l'axe vertical médian du cadre, serait de la forme

$$e_0 = \mathcal{E}\, e^{(-\delta + j\omega)t}. \tag{1}$$

L'antenne 2, la plus rapprochée du poste d'émission, recevant les ondes avec une avance de phases $-t'$, et l'antenne 1, la plus éloignée, les recevant avec un retard $+t'$, les forces électromotrices e_1 et e_2 induites respectivement dans ces antennes auront pour expressions

$$e_1 = e_0\, e^{+(\delta + j\omega)t'} = e_0\, e^{+(\Delta + 2\pi j)\xi},$$
$$e_2 = e_0\, e^{-(\delta + j\omega)t'} = e_0\, e^{-(\Delta + 2\pi j)\xi}.$$

Par soustraction et sommation, respectivement, on en déduit

$$\text{(2) (cadres D) :} \quad e_1 - e_2 = 2e_0 \operatorname{sh}(\Delta + 2\pi j)\xi = 2e_0(\operatorname{sh}\Delta\xi \cos 2\pi\xi + j \operatorname{ch}\Delta\xi \sin 2\pi\xi),$$
$$\text{(3) (cadres S) :} \quad e_1 + e_2 = 2e_0 \operatorname{ch}(\Delta + 2\pi j)\xi = 2e_0(\operatorname{ch}\Delta\xi \cos 2\pi\xi + j \operatorname{sh}\Delta\xi \sin 2\pi\xi).$$

La partie réelle indique la composante en phase avec la force électromotrice e_0 de l'antenne fictive, et la partie imaginaire la composante décalée

---

[1] L'amortissement peut être, comme on le sait, très faible (0,05 à 0,01) dans les transmissions à grandes longueurs d'onde, grâce à l'emploi d'antennes-parapluies ou d'antennes à faible rayonnement; il est au contraire forcément très important (0,2 à 0,5) avec les antennes simples à fort rayonnement, excitées directement ou indirectement; ces dernières sont nécessaires dans le cas d'ondes courtes pour donner une portée suffisante.

[2] L'amortissement des circuits de réception et leur accouplement influent directement sur l'intensité du courant qui traverse le détecteur (voir notamment : M. Wien, *Ann. Phys.*, t. VIII, 1902, p. 696, et Drude, *Ann. Phys.*, t. XIII, 1904, p. 528). La fonction F inconnue par laquelle j'ai précédemment représenté l'effet du détecteur, en fonction de la force électromotrice induite dans le cadre, dans le cas d'ondes entretenues, serait donc ici notablement plus compliquée si l'on devait l'expliciter.

de $\frac{\pi}{2}$. Les vecteurs résultants ont pour amplitudes, respectivement

(cadres D) : $$G_D = 2e_0\sqrt{(\text{sh}\,\Delta\xi\cos\pi\xi)^2 + (\text{ch}\,\Delta\xi\sin 2\pi\xi)^2},$$

(cadres S) : $$G_S = 2e_0\sqrt{(\text{ch}\,\Delta\xi\cos\pi\xi)^2 + (\text{sh}\,\Delta\xi\sin 2\pi\xi)^2}$$

et les angles de phases correspondants sont respectivement

$$\text{tang}\,\gamma_D = \frac{\text{tang}\,2\pi\xi}{\text{th}\,\Delta\xi}, \qquad \text{tang}\,\gamma_S = \text{tang}\,2\pi\xi\;\text{th}\,\Delta\xi.$$

Les fonctions goniométriques vectorielles, obtenues en divisant (2) et (3) par $2e_0$, permettent de traiter facilement, par les mêmes méthodes que dans ma précédente Note, le problème du système connu de deux cadres rectangulaires semblables et de même type [1].

Considérons par exemple la méthode de comparaison *par compensation* [2]. En exprimant que l'effet résultant des deux cadres sur cet organe est juste perceptible au téléphone, pour deux couples différents de valeurs de coefficients d'induction M et N, on obtient les deux équations :

$$(4) \qquad \text{mod}\left[M\;\text{gon}\,\theta - N\;\text{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)\right] = H\left(\frac{\varepsilon}{e_0}\right),$$

$$(5) \qquad \text{mod}\left[M'\;\text{gon} - N'\;\text{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)\right] = H\left(\frac{\varepsilon}{e_0}\right),$$

en appelant H la fonction inverse de F.

Par soustraction, on élimine $H\left(\frac{\varepsilon}{e_0}\right)$ et l'on obtient l'équation

$$(6) \qquad \text{mod}\left[M\,\text{gon}\,\theta - N\,\text{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)\right] = \text{mod}\left[M\,\text{gon}\,\theta - N'\,\text{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)\right].$$

---

[1] Dans le cas plus général où les antennes sont obliques, il faut, comme on l'a vu précédemment, intégrer les composantes des forces électromotrices en chaque point, d'après la connaissance qu'on a de l'équation du cadre : $\pm x = f(z)$, en supposant, pour simplifier, que ce cadre est symétrique par rapport à l'axe médian vertical. D'où

(cadres D) : $$\text{gon}\,\theta = \int_{z_0}^{z_1}\text{sh}\,\Delta\xi\cos 2\pi\xi\,dz + j\int_{z_0}^{z_1}\text{ch}\,\Delta\xi\sin 2\pi\xi\,dz,$$

(cadres S) : $$\text{gon}\,\theta = \int_{z_0}^{z_1}\text{ch}\,\Delta\xi\cos 2\pi\xi\,dz + j\int_{z_0}^{z_1}\text{sh}\,\Delta\xi\sin 2\pi\xi\,dz,$$

avec

$$\xi = \frac{f(z)\sin\theta}{\lambda}.$$

Le calcul est donc fort laborieux.

La différence des phases entre les vecteurs $\text{gon}\,\theta$ et $\text{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)$ sera $\gamma - \gamma'$, en appelant γ et γ' les valeurs de l'angle γ correspondantes à θ et à $\frac{\pi}{2}-\theta$. Supposons d'abord qu'on fasse, dans les deux mesures, M constant et maximum (pour le plus petit *gon*) : le vecteur $M\,\text{gon}\,\theta$ étant fixe, si l'on décrit par une de ses extrémités une ligne formant un angle $\gamma-\gamma'$ et par l'autre extrémité comme centre un cercle de rayon $H\left(\frac{\varepsilon}{e_0}\right)$, ce cercle sera coupé généralement par la droite en deux points [1] qui détermineront les deux valeurs de l'autre vecteur $N\,\text{gon}\left(\frac{\pi-\theta}{2}\right)$. L'équation (6) conduit alors à

$$\frac{\text{gon}\,\theta\cos(\gamma-\gamma')}{\text{gon}\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)} = \frac{N+N'}{2M}. \tag{7}$$

Une Table préalablement dressée des valeurs du premier membre en fonction de θ permettra de connaître θ dès qu'on aura lu sur les transformateurs étalonnés les valeurs M, N, N'.

La séparation des variables est plus difficile à réaliser si l'on prend M et N variables tous les deux. Cependant, dans le cas particulier du radiogoniomètre, où l'on a $M = \cos\psi$, $N = \sin\psi$, l'équation (6) se développe sous la forme

$$\begin{aligned} &G^2(\cos^2\psi - \cos^2\psi') + G'^2(\sin^2\psi - \sin^2\psi') \\ &\quad - 2GG'(\sin\psi\cos\psi - \sin\psi'\cos\psi')\cos(\gamma-\gamma') = 0 \end{aligned} \tag{8}$$

(en appelant G et G' les valeurs de G pour θ et pour $\frac{\pi}{2}-\theta$ respectivement); d'où, après des réductions,

$$\frac{2GG'\cos(\gamma-\gamma')}{G^2-G'^2} = \text{tang}(\psi+\psi'). \tag{9}$$

Le premier membre, étant fonction de θ seulement, peut être réduit en table ou en courbe en fonction de θ, quoique plus laborieusement que dans le cas précédent.

Tout ce qui précède peut être appliqué aussi bien à l'un des types de cadres qu'à l'autre, pourvu qu'on n'en emploie qu'une seule espèce dans chaque cas.

Dans ce cas de la méthode de comparaison, par mesures alternées, que

---

[1] A très petite distance du poste émetteur, e_0 croît beaucoup et $\left(\frac{\varepsilon}{e_0}\right)$ peut être assez petit pour que la droite passe hors du cercle. Alors on constatera un minimum de son et non plus deux annulations.

j'ai décrite antérieurement, on aurait deux équations d'une autre forme :

$$(10) \qquad F(M\, e_0 \operatorname{mod} \operatorname{gon} \theta) - F\left[N\, e_0 \operatorname{mod} \operatorname{gon}\left(\frac{\pi}{2} - \theta\right)\right] = \varepsilon,$$

équations purement scalaires, car les modules des fonctions goniométriques considérées sont de simples fonctions de l'angle θ; mais e_0 n'est pas mesurable, et F, qui ne peut être déterminé qu'empiriquement pour un e_0 donné, reste difficilement connaissable. Cette méthode est ainsi moins justifiée que la première.

ARCHÉOLOGIE. — *Analyse d'une résine provenant d'un sarcophage égyptien.* Note de M. **Reutter.**

M. Maspero, directeur du Service des Antiquités, au Caire, ayant bien voulu me confier pour l'analyse chimique une résine classée sous le n° 655, provenant du sarcophage contenant la momie d'Hekan-m-Saf, commandant de la flotte royale, Saqqarrah, XXXe dynastie, j'ai l'honneur de faire connaître les conclusions auxquelles je suis arrivé, non sans rappeler combien il est difficile d'arriver à des résultats positifs, le temps et la manière de pratiquer l'embaumement ayant pu produire sur ces résines de sérieuses décompositions.

Cette résine, formée de morceaux friables de couleur rouge brunâtre, un peu pointillés sur la face interne (manque de pores?) et de couleur brune noirâtre sur la face externe, pèse en tout 40^g,2. Examinée à la loupe nous nous apercevons rapidement qu'elle ne forme pas une masse homogène, mais que la résine englobe différents corps que nous examinerons les uns après les autres :

1° Des pierres dures, anguleuses, pesant 1^g,3, qui sont formées de carbonates de chaux et de sodium, de phosphates de chaux, de sulfates de magnésium, de sodium, de calcium et de baryum, de silicates d'aluminium, de chlorures de sodium et de magnésium, tout en contenant des traces de brome et de fer ;

2° Des pierres grisâtres, friables, pesant 1^g,1, formées de carbonates de chaux et de magnésie, de phosphates de chaux et de sodium, de sulfates de chaux, de silicates d'aluminium, tout en contenant des traces de chrome et de fer;

2° *bis.* Des objets précieux et d'ornement ;

3° Des morceaux et copeaux de bois d'odeur aromatique, pesant $1^g,28$, qui, examinés au microscope, proviennent d'un bois appartenant aux Conifères, cyprès ou cèdre;

4° Des petits morceaux de résine jaune brunâtre, pesant $0^g,48$, d'odeur balsamique térébenthinée, provenant probablement de la térébenthine de Chios;

5° Des morceaux résineux anguleux, jaune brunâtre, dont nous ne pouvons préciser l'origine, vu le peu de substance que nous possédons;

6° Des morceaux résineux allongés, plastiques, d'odeur balsamique, provenant probablement de la résine de cèdre, pesant $1^g,4$;

7° De la résine proprement dite qui, examinée chimiquement et microscopiquement, nous donne les résultats suivants :

Elle est formée :

a. De styrax provenant du *Liquidambar orientalis*, comme le prouve la présence de l'acide cinnamique fondant à 133°, de la vanilline, de la styracine, du styrol qui, par oxydation, donne de l'acide benzoïque fondant à 121°.

b. De la résine d'Alep de *Pinus halepensis*, comme le prouve l'essence obtenue par distillation aux vapeurs d'eau, essence d'odeur térébenthinée, et l'acide halepopinique que nous obtenons en agitant une solution éthérée de cette résine avec du carbonate d'ammoniaque. Corps fondant à 72°,5 et donnant, soumis à la combustion, les résultats suivants :

$0^g,222$ de substance donnent $0^g,6158$ CO^2 et $0^g,189$ H^2O, correspondant à

$$C = 75,5, \qquad H = 9,44,$$

donnant la formule

$$C^{20}H^{30}O^3,$$

formule qui contient pour 100 :

$$C = 75,46, \qquad H = 9,43.$$

Cette formule correspond exactement avec celle que M. le Dr Schulz trouva pour l'acide halepopinique, sous la haute direction de mon maître, M. le Professeur Dr Tschirch, à Berne. (Voir sa *Dissertation inaugurale*, p. 14, et *Die Harze und die Harzbehälter* du Professeur Tschirch, Leipzig 1906, p. 588.)

c. De mastic de la plante *Pistacia lenticus*, comme le prouve l'acide masticolique obtenu par agitation de la solution éthérée avec du carbonate de sodium qui fond à 80°,2 et donne, soumis à la combustion, les résultats suivants :

$0^g,1384$ de substance donnent $0^g,3389$ CO^2 et $0^g,1151$ H^2O, correspondant à

$$C = 73,3 \quad \text{et} \quad H = 9,2,$$

donnant la formule

$$C^{23}H^{36}O^4,$$

formule qui contient pour 100

$$C = 73,4 \quad H = 9,57,$$

formule correspondant à celle que M. le Dr Reutter, analysant le mastic, sous la haute direction de M. le Professeur Tschirch, trouva (voir *Die Harze und die Harzbehälter;* Leipzig, 1906, p. 472).

d. D'essence, obtenue par distillation de la résine aux vapeurs d'eau, possédant le poids spécifique de 0,9801, l'indice de réfraction n (à 20°) 1,48614 et le pouvoir rotatoire —22°,35, que nous pouvons considérer comme étant l'essence de cèdre.

e. D'asphalte.

f. De sable quartzeux et marneux.

g. De parties végétales qui, examinées au microscope, proviennent de plantes appartenant aux Conifères, cèdre ou cyprès, aux Dicotylédones, *Liquidambar orientalis*, de poivre ou cubèbe.

h. De natron, comme le prouve l'alcalinité de l'eau qui contient des carbonates, chlorures et des sulfates de sodium, et les parties minérales décelées dans cette résine qui, analysées, donnent les résultats suivants : soit de carbonates, de silicates, de phosphates, de chlorures, de nitrates, de sulfates de sodium, de calcium, d'aluminium, de magnésium, tout en recélant des traces d'arsenic, de chrome, de fer et de manganèse.

En conséquence de quoi, nous trouvons que les 40g,2 de la résine susnommée sont formés de :

	g
Pierres dures	1,3
Pierres grises	1,1
Copeaux de bois, cèdre ou cyprès	1,2
Résine de cèdre	1,4
Objets de parure	0,98
Natron, sable et parties végétales	13,85
Résines provenant du mastic, du styrax, de baume d'Alep et d'asphalte	19,68
Résines non déterminées (térébenthine de Chios?)	0,69
Total :	40,20

BOTANIQUE. — *Sur les Mousses rapportées par l'Expédition antarctique du* Pourquoi-Pas? Note de M. **Jules Cardot**, présentée par M. L. Mangin.

Les Mousses récoltées par M. Gain, le naturaliste de la seconde Expédition Charcot, constituent, aussi bien par le nombre des spécimens que par

celui des espèces, la collection bryologique la plus importante qu'on eût rapportée jusqu'ici du domaine antarctique proprement dit.

Cette collection comprend 34 espèces et enrichit de 3 genres, de 11 espèces (dont 7 nouvelles) et de 2 variétés (dont 1 nouvelle) la flore bryologique antarctique, qui, par suite de ces additions, compte actuellement 58 espèces, réparties entre 24 genres et 13 familles.

La pauvreté générale de la flore antarctique comparée à la flore arctique, pauvreté due aux conditions climatériques très défavorables au développement de toute végétation qui caractérisent les régions polaires australes, est bien mise en évidence par ce fait que, tandis que le commandant Peary n'a pas récolté moins de 57 espèces de Mousses dans trois localités seulement de la Terre de Grant, comprises entre 81° et 82° de latitude boréale, on n'en connaît guère davantage actuellement pour l'ensemble des terres situées au delà du 60e parallèle Sud. Les récoltes de M. Gain proviennent de 14 localités différentes, réparties depuis les Shetland méridionales jusqu'à la baie Marguerite, au sud de la Terre Loubet, étendant nos connaissances botaniques dans cette région de plus de deux degrés vers le Sud.

Je donne ici la liste des espèces pour chaque localité explorée. L'astérisque indique les espèces nouvelles pour l'Antarctide. Les trois genres nouveaux, pour la même région, sont : *Pottia*, *Rhacomitrium* et *Philonotis*.

1. SHETLAND MÉRIDIONALES : ÎLE DU ROI GEORGE.

Distichium capillaceum Br. eur. var. *brevifolium* Br. eur.
Bartramia pycnocolea C. Müll.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

2. SHETLAND MÉRIDIONALES : ÎLE DÉCEPTION.

Grimmia Antarctici Card.
* *Philonotis Gourdonii* Card. *sp. nova*.

3. ILOT GOUDIER : CHENAL DE ROOSEN.

Webera cruda Bruch var. *imbricata* Card.
Webera Racovitzae Card.
Bryum Gerlachei Card.
Pogonatum alpinum Roehl.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

4. ILE BOOTH-WANDEL.

Andreaea regularis C. Müll.
Andreaea depressinervis Card.
Andreaea depressinervis var. *compacta* Card.
Webera nutans Hedw.
Pogonatum alpinum Roehl.
Pogonatum alpinum v. *brevifolium* Brid.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

5. ILE PETERMANN.

Andreaea regularis C. Müll.
Andreaea regularis var. *pycnotyla* (Card.) Card.
* *Tortula heteroneura* Card. *sp. nova.*
Webera cruda Bruch var. *imbricata* Card.
Webera Racovitzae Card.
* *Bryum perangustidens* Card. *sp. nova.*
Bryum algens Card.
Polytrichum strictum Sm.
Polytrichum strictum var. *alpestre* (Hopp.) Rabenh.
Brachythecium antarcticum Card.
Brachythecium antarcticum var. *cavifolium* Card.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

6. ILES ARGENTINES.

Webera nutans Hedw.
Polytrichum strictum Sm. var. *alpestre* (Hopp.) Rabenh.

7. ILE BERTHELOT.

Ceratodon purpureus Brid.
Webera Racovitzae Card.
Polytrichum strictum Sm.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

8. TERRE DE GRAHAM : CAP TUXEN.

* *Andreaea Gainii* Card. *sp. nova.*
Dicranum Nordenskjöldii Card.
* *Rhacomitrium substenocladum* Card. *sp. nova.*
Webera cruda Bruch var. *imbricata* Card.
Webera nutans Hedw.
Pogonatum alpinum Roehl.
Polytrichum strictum Sm.
Polytrichum strictum var. *alpestre* (Hopp.) Rabenh.
Polytrichum piliferum Hedw.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

9. TERRE DE GRAHAM : CAP DES TROIS-PEREZ.

* *Pottia Charcotii* Card. *sp. nova.*
Grimmia Antarctici Card.
Webera nutans Hedw.
* *Pseudoleskea calochroa* Card.
Brachythecium austroglareosum (C. Müll.) Par.

10. TERRE DE GRAHAM : CAP RASSMUSSEN.

Webera nutans Hedw.
* *Bartramia patens* Brid. forma *austro-georgica* (Par.) Card.
Polytrichum strictum Sm. var. *alpestre* (Hoppe) Rabenh.

11. TERRE DE GRAHAM : MONT DU TRANCHANT.

* *Dicranoweisia subinclinata* (C. Müll.) Broth.

12. Baie Marguerite : île Jenny.

Ceratodon purpureus Brid.
Ceratodon grossiretis Card.
Ceratodon minutifolius Card. *sp. nova.*
Grimmia Antarctici Card.
Grimmia Doniana Sm.
Webera cruda Bruch.
Webera cruda var. *imbricata* Card.
Webera nutans Hedw.
* *Bryum perangustidens* Card. *sp. nova.*
Bryum imperfectum Card.
Bryum argenteum Hedw.
* *Bartramia patens* Brid. f. *austrogeorgica* (Par.) Card.
* *Bartramia oreadella* C. Müll.
* *Bartramia oreadella* var. *microphylla* Card.
Bartramia diminutiva C. Müll.
Polytrichum strictum Sm.
Polytrichum strictum var. *alpestre* (Hoppe) Rabenh.
Brachythecium austroglareosum (C. Müll.) Par.
* *Brachythecium austroglareosum* var. *diffusum* Card. *var. nova.*
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

13. Baie Marguerite : île Léonie.

Webera nutans Hedw.
* *Bartramia oreadella* C. Müll.
Drepanocladus uncinatus (Hedw.) Warnst.

14. Ilot dans la baie Marguerite.

Andreaea depressinervis Card.
Webera Racovitzae Card.

En attendant la publication de descriptions complètes accompagnées de figures, voici de courtes diagnoses provisoires des espèces nouvelles :

Andreaea Gainii. A. verruculosæ Card. fuegianæ proxima, statura autem majore, foliis duplo majoribus et latioribus, acumine latiore et breviore diversa.

Ceratodon minutifolius. Planta minima, densissime cespitosa, foliis marginibus planis vel parcissime revolutis *C. antarctico* Card. affinis, sed statura multo minore, foliis triplo et quadruplo minoribus, arcte imbricatis, costa pro folii magnitudine multo validiore, cellulisque minoribus, pellucidis, parietibus crassioribus et firmioribus statim discernenda.

Pottia Charcotii. A *P. Heimii* Br. eur. operculo cadente, collumellæ non adhærente, foliis brevioribus, latioribus, magis concavis, apice abrupte contractis, retique laxiore, pellucido, lævi primo visu distincta; *P. pellucidae* Card. fuegianæ habitu, foliorum forma et reticulatione, et sporogonio simillima, sporis tamen dimidio minoribus (22^{μ}-28^{μ}), minutissime granulosis vel sublævibus, nec verrucosis, diversa.

Tortula heteroneura. T. grossireti Card. et *T. fuegianæ* Mitt. inflorescentia dioica et foliorum forma affinis, sed foliis in singula innovatione annua dimorphis, inferioribus costa ante apicem evanida, superioribus costa in filum hyalinum denticulatum excurrente præditis distinguitur.

Rhacomitrium substenocladum. A *R. stenoclado* Dus. magellanico proximo differt: cellulis ubique unistratosis, superioribus valde irregularibus, plerisque transversim dilatatis, et costa validiore. (Je possède également cette espèce de la Terre de Feu.)

Bryum perangustidens. *B. imperfecto* Card. affine, a quo dentibus exostomii angustissimis, 20µ-40µ basi latis, immarginatis, lamellis minus numerosis (6-9), endostomii processibus longioribus, et annulo persistente, subfibroso, cellulis irregularibus, bi-vel tri-stratosis composito facile distinguitur.

Philonotis Gourdonii. Species elegans, pulchella. *Ph. varianti* Card. austrogeorgicæ affinis, foliis autem minoribus magis concavis, naviculiformibus cellulisque brevioribus, superioribus saltem in pagina dorsali extremitate inferiore grosse papillosis diversa.

Brachythecium austroglareosum (C. Müll). Par. var. *diffusum*. A forma typica cespitibus laxe diffusis, caulibus gracilioribus, irregulariter ramosis, subpinnatis, et laxius foliosis distincta.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *L'oblitération de la reproduction sexuée chez le* Chermes piceæ *Ratz*. Note de M. **Paul Marchal**, présentée par M. Yves Delage.

Chez le *Chermes piceæ*, on constate une oblitération de la reproduction sexuée, mais beaucoup plus complète que celle que j'ai décrite dans une Note précédente chez le *Chermes pini* [1].

Je rappelle que le *Chermes piceæ* vit exclusivement par parthénogenèse sur l'*Abies pectinata* de nos forêts; il est extrêmement voisin du *Chermes Nusslini* Börner qui, ainsi que je l'ai établi, outre les générations parthénogénétiques sur les *Abies*, offre une génération sexuée normale sur le *Picea orientalis*. Il existe donc entre le *Ch. piceæ* et le *Ch. Nusslini* des relations tout à fait comparables à celles qui se présentent entre le *Ch. pini* indigène et le *Ch. pini orientalis*. Seulement, tandis que ces deux derniers ne constituent que deux races biologiques et non morphologiquement distinctes, le *Ch. piceæ* et le *Ch. Nusslini* présentent, au contraire, des différences morphologiques légères, mais constantes, qui légitiment leur séparation spécifique, et les longues expériences que j'ai faites pour obtenir une transformation ou une mutation de l'une des deux formes dans l'autre ne m'ont donné que des résultats négatifs.

---

(1) *Comptes rendus*, 24 juillet 1911.

Quoi qu'il en soit, le *Ch. Nusslini* peut être considéré comme la souche dont est dérivé le *Ch. piceæ*, de même que le *Ch. pini orientalis* représente la souche dont est dérivé le *Ch. pini* indigène. Nous constatons seulement que, dans le premier cas, la séparation résultant de l'évolution s'est faite d'une façon plus accentuée et a atteint la différenciation spécifique; nous la voyons s'exprimer par deux faits : 1° la présence de caractères morphologiques distincts; 2° une régression beaucoup plus avancée de la reproduction sexuée que celle qu'on rencontre chez le *Ch. pini*.

Ainsi que je l'ai démontré dans une Note précédente [1], la reproduction sexuée, bien que disparue en fait chez le *Ch. piceæ*, n'est pas pourtant oblitérée à ce point qu'il ne subsiste dans l'histoire biologique de cette espèce un vestige du processus. On voit, en effet, d'une façon exceptionnelle, apparaître au printemps des ailés ayant les caractères extérieurs des sexupares et présentant d'ailleurs les caractères morphologiques propres au *Ch. piceæ*. En faisant une culture pure de la descendance d'un individu fixé sur une aiguille (condition exceptionnelle pour le *Ch. piceæ*), j'ai même obtenu cette année, sur un *Abies pectinata*, des ailés en assez grand nombre, circonstance qui m'a permis d'étudier leur biologie. Or j'ai pu me convaincre que ces ailés du *Ch. piceæ* n'ont aucune tendance à émigrer sur les Epicéas pour y donner une reproduction sexuée; ils sont, par contre, susceptibles, au moins pour un bon nombre d'entre eux, de se fixer sur l'*Abies pectinata*, où ils produisent non des sexués, mais des individus parthénogénétiques caractérisés à leur naissance par leurs longues soies rostrales. Ces ailés du *Chermes piceæ* sont donc des *exules alatæ*, c'est-à-dire conformes au type qui se substitue aux sexupares, lorsque dans une espèce il y a régression de la reproduction sexuée.

Nous avons déjà rencontré des *exules alatæ* chez le *Ch. pini*; mais, tandis que chez cette espèce ils existent côte à côte des sexupares, dans l'abondante lignée des ailés, au contraire, chez le *Ch. piceæ*, les sexupares sont entièrement disparus dans une lignée d'ailés devenue elle-même rudimentaire.

---

(1) *Comptes rendus*, 10 octobre 1910.

GÉOLOGIE. — *Sur la construction des routes et ouvrages d'art en terrains calcaires.* Note de M. **E.-A. Martel.**

Dans une Note du 9 mai 1898, j'ai appelé l'attention sur les dangers de l'exploitation des masses de tuf, en raison de leur fissuration et des eaux souterraines qui circulent dans leurs crevasses. Pour les mêmes motifs, les terrains calcaires en général font aussi courir de grands risques, jusqu'à présent trop peu pris en considération, aux entreprises de construction de routes et autres ouvrages d'art. Des faits matériels, constatés avec précision, le prouvent surabondamment.

La route récemment terminée (1908) dans les belles gorges du Loup (Alpes-Maritimes), entre le viaduc du Loup, à Pataros, et le pont de Bramafan (475^{m}), a été déjà le théâtre de deux accidents, dus à la méconnaissance des particularités, qui rendent les calcaires spécialement dangereux en matière de travaux publics.

Le 20 novembre 1907, un entrepreneur, M. Paul Faraut, fut tué, avec 13 de ses ouvriers, par un éboulement (en amont du nouveau pont et sur la rive droite); il avait voulu, confiant dans l'homogénéité de la paroi calcaire, lui laisser un trop raide profil; de plus, la catastrophe étant survenue après les pluies d'automne, il est certain que les eaux, infiltrées dans les fissures aquifères de la roche, avaient dû être libérées par des explosions de mine et contribuer à l'abatage des pans de roche. D'ailleurs, tout au long de la gorge, se multiplient les Foux ou sources brusques, issues d'eaux souterraines, signalées par de puissants amas de tuf (particulièrement aux abords du Saut du Loup, 410^{m}).

Un peu à l'aval du nouveau pont et sur la rive gauche, pendant l'hiver 1910-1911, un surplomb, trop audacieusement laissé en encorbellement, s'est abattu, emportant une bonne longueur de la route du Loup, sur moitié de sa largeur avec les parapets et garde-fous.

D'autres chutes semblables ne manqueront pas de se produire, sur cette voie par trop hardie.

Dans les mêmes parages, au débouché de la vallée de la Cagne entre Vence et Saint-Jeannest, il ne se passe guère d'années sans que des tranches de calcaire jurassique se détachent des falaises à pic, et envoient sur les pentes inférieures et jusqu'au thalweg les avalanches de leurs débris. Deux de ces éboulements sont tout récents et le dernier (en 1910) a failli ensevelir une maisonnette.

En amont de Cluses (Haute-Savoie), dans la gorge de l'Arve, le village de Magland est menacé par une masse rocheuse, déjà détachée et mal retenue sur une corniche.

Parmi les dolomies de la Jonte (Lozère), trois écroulements du même genre ont eu lieu depuis 20 ans; deux ont coupé gravement la route du Rozier à Meyrueis. Plusieurs points y apparaissent déjà menaçants.

De même dans les gorges du Tarn (Lozère), la chute d'une falaise de dolomie écrasa le hameau des Baumes vers 1875; et celui de Pougnadoires aura le même sort.

A Amalfi, le 2 décembre 1899, les travaux du port, attaquant trop profondément la base d'une falaise calcaire soumise aussi au régime des infiltrations, ont fait tomber le surplomb de la grotte des Capucins et emporté, avec deux victimes, l'extrémité de l'hôtel de ce nom. En janvier 1908, on parlait de faire sauter la grotte de lord Byron à Porto-Venere (près Caspezin), parce qu'elle menaçait de s'effondrer.

Il serait aisé de multiplier (surtout parmi les tunnels de chemins de fer) ces sortes d'exemples. Ceux-ci suffisent à démontrer que les ingénieurs et entrepreneurs ne doivent pas demander aux calcaires une cohésion et une stabilité dont ils sont manifestement dépourvus, à cause de leur fissuration et de leur régime hydrologique. Il est nécessaire d'imposer, parmi ces terrains, une très prudente limite aux hardiesses des travaux publics : c'est précisément dans les pays calcaires qu'on recherche le plus, à l'époque actuelle, la pénétration parmi les étroits défilés, aux flancs de murailles verticales, soit pour y édifier des barrages de retenue, etc., soit pour y faire admirer des scènes splendides. Il ne faut pas perdre de vue que ces roches pseudo-compactes sont des plus délicates à modifier dans leur assiette naturelle, à cause de leur fissuration souvent extrême et à cause des courants, poches et colonnes d'eau qu'elles contiennent aux points les plus imprévus ; le moindre dérangement artificiel extérieur peut fournir à ces eaux, souvent captives sous pression, de subits échappements, aboutissant à de véritables explosions hydrauliques et à de terribles accidents.

GÉOLOGIE. — *Sur la découverte du Carbonifère et de l'Éocène aux monts Guiona et Vardoussa, à l'ouest du Parnasse.* Note de M. **Ph. Négris**, présentée par M. H. Douvillé.

Le mont Guiona, à l'ouest du Parnasse, a été considéré comme exclusivement formé de calcaire à Rudistes. Cette opinion doit être modifiée en ce qui concerne le prolongement sud de ce massif. On observe, en effet, soit au village de Penteoria, soit sur le sentier de Galaxidi à Vidavi, à mi-chemin de ce dernier village, des calcaires gris à *Neomegalodon*. Le calcaire de ce dernier gisement renferme aussi de nombreux coraux, semblables aux coraux triasiques du Parnasse et de l'Acrocorinthe. Nous sommes donc ici en présence du Trias tout à fait supérieur, c'est-à-dire du calcaire du Dachstein. Ce calcaire repose sur une formation de jaspes et schistes rouges avec bancs calcaires bréchoïdes. Cependant la formation rouge disparaît

souvent et le calcaire gris repose alors sur des grès. Nous sommes donc en présence d'une érosion antérieure au dépôt du calcaire à *Megalodon*.

A l'ouest de Vidavi, avant Kisseli, se présentent encore sous le calcaire gris les jaspes rouges, avec bancs calcaires épais et brèches calcaires à ciment rouge, telles qu'en présente partout, en Grèce, le Trias inférieur. Enfin au delà on retombe sur les grès. Dans la brèche à ciment rouge j'ai découvert une *Schwagerina* unique : elle semble donc se trouver dans la brèche par remaniement des couches auxquelles elle appartenait. Cependant les fragments de la brèche étant à angles vifs, ils ne peuvent provenir que d'un gisement voisin. Comme d'ailleurs le soubassement général est la formation des grès, force est d'admettre que cette formation est contemporaine ou plus ancienne que la *Schwagerina*. Elle présente, d'autre part, le conglomérat quartzeux caractéristique du Carbonifère du Parnès dans l'Attique. On ne saurait donc échapper à la conclusion que l'on est en présence ici du Carbonifère. Le même soubassement se présentant au Parnasse à l'Est, au-dessous de la crête occidentale de Vardoussa à l'Ouest et au delà, aux monts Voïdias, Chelmos et Ziria au Sud, dans le Péloponèse, il en résulte que le Carbonifère prend une énorme importance dans la Grèce centrale. Il serait séparé du Trias par une lacune ou un démantèlement.

Si maintenant de Kisseli on se dirige au Nord, vers Plessia, on observe de bas en haut : 1° grès (carbonifères) ; 2° jaspes bariolés, rouges, verts, noirs avec calcaires en plaquettes ; 3° calcaire gris oolithique, caractéristique du Trias, en Grèce ; 4° flysch éocène qui s'étend jusqu'à Plessia et au delà, au-dessus des formations précédentes démantelées. Ce flysch à Plessia présente des bancs de brèche calcaire grise avec *Orbitoïdes papyracea*, d'autres Foraminifères et des Rudistes ; cette brèche tient aussi des débris de la formation triasique (coraux, oolithes). Ailleurs, sur les grès inférieurs apparaît un calcaire gris encore et bréchoïde, avec *Ellipsactinia* et Rudistes, comme au mont Koutsouros (voir Const. A. Ktenas et Ph. Négris, *Comptes rendus*, 14 mars 1910), ou avec Rudistes seulement, comme de part et d'autre de la route Lidoriki-Vitrinitsa, avant le col le plus élevé. Au nord de Vidavi les choses se passent un peu différemment : sur le calcaire triasique, plongeant au Nord, repose un calcaire gris bréchoïde, formé des éléments du premier si bien resoudés, qu'on ne saurait distinguer l'un des calcaires de l'autre, sans la présence de fragments de Rudistes dans le second ; la confusion est telle qu'on ne peut discerner le contact. Sur ce calcaire du Crétacé probablement ancien, repose une

formation rouge en dessous, verte au-dessus, formée de jaspes, schistes et calcaires, qui se confond au-dessus avec le flysch vert, sans qu'on puisse reconnaître la lacune ou discordance que nous allons retrouver à Steno, à la limite sud des Vardoussa. Ici, au-dessus de la gorge de Steno, où passe le Mornos, se dresse la masse puissante de la crête Est des Vardoussa, effondrée en marches d'escalier vers le Sud. A Steno même, sur la rive droite du Mornos, on observe sur le grès inférieur des bancs épais de brèches calcaires, rouges vers le bas, grises au-dessus, à fragments nombreux de Rudistes. Ces brèches vers le bas paraissent exclusivement crétacées; vers le haut, elles contiennent des fragments de Nummulites (*N. lœvigatus?*) et autres Foraminifères.

D'autre part, en avançant au Nord vers la source de Velouchovo, on observe reposant sur les brèches calcaires supérieures, le flysch de Plessia, transgressif sur les brèches et le grès inférieur. Enfin sur le chemin de Lidoriki à Amphissa, à environ 1 heure de Lidoriki, en plein massif de Guiona, dans une dépression, on retrouve la brèche crétacée, avec nombreux Rudistes roulés, reposant sur le grès inférieur, par l'intermédiaire d'un conglomérat à galets de grès, comme on en observe souvent sur le grès inférieur, ici comme au Voïdias. Ainsi donc, partout nous constatons un grand démantèlement des couches triasiques : sur ce soubassement démantelé, apparaît la grande transgression kimméridienne-crétacée, qui aurait continué jusqu'aux débuts de l'Éocène : les plissements éocènes mettent fin à cette transgression, puis reprend la transgression éocène avec dépôt de flysch, qui recouvre à son tour les formations antérieures, de nouveau démantelées, si bien que le flysch repose tantôt sur le Crétacé éocène de Steno, tantôt sur le Trias, tantôt sur le Carbonifère.

Nous sommes maintenant en mesure d'élucider la géologie des monts Vardoussa. Le flysch d'Ætolie de Philippson, à l'ouest des Vardoussa, doit être dédoublé, comme nous l'avons fait au mont Voïdias (*Comptes rendus*, 13 février 1911), en un grès inférieur carbonifère, avec bancs de conglomérat quartzeux caractéristique, et une formation de flysch éocène. Le soubassement des deux crêtes des Vardoussa est formé par le grès inférieur carbonifère.

Sur ce soubassement repose le Trias démantelé, représenté par le Calcaire triasique de la cime des Vardoussa, découvert par M. C. Renz, et la formation crétacée aussi démantelée, que nous avons reconnue à Steno. Cette dernière est représentée aux divers sommets par une série formée de jaspes rouges dominant vers le bas et de calcaires en plaquettes avec bancs bré-

choïdes à Rudistes : sur la crête orientale la série descend jusqu'au Kimméridien avec *Ellipsactinia*. Cette série lors des plissements éocènes fut échancrée suivant une direction N-NE normale à la direction des plis et démantelée; dans l'échancrure, la transgression éocène déposa le flysch, et au-dessus des formations plus jeunes, formées de calcaires en plaquettes, brèches et jaspes blancs, noirs et bariolés, tels qu'en présente l'Éocène au mont Voïdias (*Comptes rendus*, 13 février 1911). Ces formations subsistent contre la crête Est, tandis qu'elles ont disparu sur la crête Ouest, si bien que le flysch *recouvre* les formations calcaires crétacées de l'Ouest, tandis qu'il *est recouvert* par les formations éocènes de l'Est, comme l'avait bien reconnu Neumayr, sans avoir pu faire la distinction des deux formations calcaires.

M. **Cyro de Andrade Martins Costa** adresse une Note sur un *Pyromètre acoustique*.

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 septembre 1911.

L'Académie des Sciences de l'Institut de France à l'Académie royale des Sciences de Turin en commémoration du centenaire d'Amédéo Avogadro. Paris, 1911; 1 fasc. in-f°.

Université de Paris. Fondation R. Bischoffsheim. *Annales de l'Observatoire de Nice*, publiées sous la direction de M. le Général Bassot, Membre de l'Institut et du Bureau des Longitudes, Directeur de l'Observatoire; t. XIV. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. le Général Bassot.)

Catalogue de l'Observatoire de Nice. (Extr. des *Annales de l'Observatoire de Nice*, t. XIV.) Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°.

Traité d'Énergétique ou Thermodynamique générale, par Pierre Duhem, Correspondant de l'Institut de France. Tome II : *Dynamique générale. Conductibilité de la chaleur. Stabilité de l'équilibre.* Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Flore générale de l'Indo-Chine, publiée sous la direction de M. H. Lecomte; t. I, fasc. 7. Paris, Masson et Cie, mars 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Étude des éléments définis d'une manière arbitraire comme subissant des transformations induites par la transformation linéaire des variables, par Jacques Deruyts. Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur les transformations linéaires induites à paramètres rationnels, par Jacques Deruyts. Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-8°.

Mission arctique, commandée par M. Charles Bernard. *Stations scientifiques, Cartographie, Météorologie*, par Charles Bernard, chef de l'Expédition; fasc. 6. Bordeaux, 1911; 1 fasc. in-8°.

Mémoire sur les probabilités de la formation du Monde et sur la nature de l'électricité et sa provenance, par M. Augustin Meuris. Bruxelles, E. Daem, 1911; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 OCTOBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la correspondance, M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Messieurs,

L'Académie des Sciences vient de faire deux grandes pertes. Jeudi nous conduisions à sa tombe notre savant et très honoré confrère *Auguste Michel-Lévy*. Demain nous rendrons les derniers devoirs à celui qui fut *Joseph-Louis Troost*. Ils laissent parmi nous un grand vide et d'unanimes regrets.

Né à Paris en 1844, fils d'un père qui dirigea brillamment l'École de Santé du Val-de-Grâce et laissa un nom respecté dans l'hygiène et la médecine militaires, **Michel-Lévy** sortait premier à vingt ans de l'École Polytechnique. Sa belle carrière au corps des Mines l'avait conduit, d'échelon en échelon, au grade d'Inspecteur général. Il était devenu successivement Directeur du Service de la Carte géologique, Président des Sociétés de Géologie et de Minéralogie, Professeur au Collège de France, et avait succédé à Daubrée, dans notre Compagnie, en 1896.

Ses travaux se rattachent à la fois à la géologie, à la minéralogie et à la pétrographie.

L'étude des formations du Morvan, du Lyonnais, du Beaujolais, du Charolais, de la chaîne des Puys du Mont-Dore, des régions les plus difficiles du Mont-Blanc, lui ont assuré une place éminente parmi les géologues

de notre temps. On lui doit personnellement dix feuilles de la Carte géologique de la France au $\frac{1}{80000}$. De nombreux Mémoires explicatifs retracent en chaque cas toutes les particularités des terrains explorés. Cet immense travail et le sens critique de Lévy lui avaient conféré une autorité qu'étaient toujours prêts à reconnaître et accepter, dans les cas difficiles, les nombreux et savants collaborateurs de la Carte géologique de la France.

Les recherches de notre confrère sur les zircons des granits, sur les variétés de silice cristallisée, sur la structure des feldspaths tricliniques, sur les micas, et surtout sur les mesures optiques qui permettent de déterminer les espèces cristallines microscopiques sont d'un très habile minéralogiste.

Avec son maître Fouqué, Michel-Lévy a contribué à introduire en France, en les perfectionnant et en les précisant, les nouvelles méthodes photographiques d'examen de roches taillées en plaques minces. Lévy s'appliqua spécialement à l'étude des lois qui président aux facies changeants de leurs inclusions cristallines quand on les examine en lumière polarisée. On lui doit un grand nombre de monographies qui permettent de caractériser la nature des cristaux et pâtes vitreuses entrant dans la composition des roches et de déterminer les conditions et l'époque relative où ces inclusions se sont formées.

Enfin, avec Fouqué et dans son laboratoire du Collège de France dont il dirigeait les travaux depuis 1880, Michel-Lévy a pu reproduire, soit par fusion ignée, soit par l'action sous très haute pression de la vapeur d'eau surchauffée au rouge, un grand nombre de minéraux et d'associations minérales, expériences délicates et périlleuses destinées à contrôler les idées des deux collaborateurs. C'est ainsi qu'ils obtinrent l'oligoclase, le labrador, l'anorthite, l'amphigène, la néphélite, substances qu'on n'avait pu jusque-là reproduire, et surtout qu'ils parvinrent à réaliser artificiellement l'andésite, la labradorite, les porphyres, basaltes, mélaphyres, néphéline, diabases à dolérites, eukrites et nowardites que nous apportent les météorites, et jusqu'au granit lui-même. Ils établirent qu'en présence de l'eau agissant au rouge cette roche est susceptible de fondre à 1000° environ, curieux résultat qui a permis de conclure que le granit a pu se former à des profondeurs beaucoup moindres que celles où l'on pensait qu'il avait dû prendre naissance.

Ce n'est pas seulement la perte du savant éminent que nous déplorons : Michel-Lévy était un caractère. Esprit essentiellement pondéré, ennemi des solutions hâtives et des partis pris, son autorité incontestée n'avait d'égale que la sérénité et la bienveillance de toute sa personne. Sa belle

prestance, sa courtoisie, sa franche parole semblaient augmenter encore son mérite. Sa mort nous afflige profondément; c'est une perte pour l'Académie, un deuil partagé par nous tous.

Permettez-moi d'adresser, en votre nom, à ses enfants et à sa famille, l'expression de nos sympathies bien attristées.

MESSIEURS,

A peine les obsèques de Michel-Lévy étaient-elles célébrées, que nous recevions la triste nouvelle de la mort du très estimé doyen de la Section de Chimie, **LOUIS-JOSEPH TROOST**. Sa robuste santé nous avait fait oublier son grand âge. Il était né à Paris, en 1825. C'est là qu'il fit ses études classiques, à Charlemagne. Sorti du collège en 1848, pour entrer à l'École Normale supérieure, il devint ensuite professeur au Lycée d'Angoulême, puis au Lycée Bonaparte, à Paris; il y commença la longue suite des recherches délicates qui l'amenèrent, en 1874, à occuper la chaire de Chimie de Pasteur à la Sorbonne, et le firent entrer, en 1884, à l'Académie des Sciences où il occupait le fauteuil de A. Wurtz.

Après un timide essai de Chimie organique, sur les conseils de Henri Sainte-Claire Deville qui avait vite deviné son mérite, Troost abordait, en 1856, la Chimie minérale qu'il ne devait plus abandonner. Il publiait d'abord une suite de recherches sur le lithium, qu'il extrayait de la lépidolithe par une méthode nouvelle, et montrait (chose bien nouvelle à cette époque) que cet élément constitue le terme de passage entre les métaux alcalins et les alcalino-terreux.

Puis, sans interruption, se succédèrent les recherches devenues classiques, exécutées seul ou avec H. Sainte-Claire Deville à l'École Normale, sur les densités de vapeur aux hautes températures, sur la dissociation des vapeurs, sur la détermination des températures élevées, sur la perméabilité au rouge du fer, de la fonte, du platine par les gaz, et une série de Mémoires sur le niobium, le thorium, le tantale, le zirconium, etc.

Avec son ami Hautefeuille, il publiait une suite d'études sur les combinaisons du bore et du silicium, sur la formation du paracyanogène et sa dissociation réversible en cyanogène, sur la loi qui préside aux transformations de l'acide cyanique en ses isomères, sur la formation du phosphore allotropique. Ces recherches, qui apportaient une contribution inattendue

à la théorie de la dissociation, reçurent leur conclusion générale dans un Mémoire *Sur les transformations allotropiques et isomériques*, dont l'Académie décida l'insertion au *Recueil des Savants étrangers*.

Permettez-moi de citer aussi le beau travail des deux collaborateurs sur les hydrures métalliques, et particulièrement sur l'hydrure de palladium, où ils montrèrent que, dans ces sortes d'alliages, l'hydrogène possède une même densité de 0,62, presque égale à celle du lithium métallique 0,59.

Je ne citerai que d'un mot les travaux de notre regretté Confrère sur les spectres du carbone, du silicium, du titane, du zirconium, du bore; sur les diverses fontes, sur la dissociation des sels ammoniacaux, sur les densités de vapeur de l'iode, du zinc, du sélénium, du soufre, du phosphore à températures croissantes; enfin, ses recherches sur les origines de l'argon et de l'hélium dont, avec M. Ch. Bouchard, il reconnut, en 1895, la présence dans quelques eaux sulfureuses des Pyrénées.

Il me semble que cette longue énumération (bien que je me sois gardé de la rendre complète) suffit à donner l'idée de la valeur et du caractère du savant que nous venons de perdre. C'était un infatigable travailleur, s'attachant aux difficultés les plus ardues dès qu'il s'agissait de contrôler une théorie. Ses Mémoires sont clairs, précis, méthodiques, comme ses Livres. Avec ces qualités éminentes son *Traité élémentaire de Chimie* est arrivé à sa 15e édition.

Troost avait été membre de la Section française de la Commission internationale du Mètre dont il restait le dernier survivant; il était depuis longtemps l'un des membres les plus actifs du Comité consultatif des Arts et Manufactures, membre du Bureau national des Poids et Mesures, de la Commission permanente de la circulation monétaire, Président de la Commission des inventions intéressant les armées de Terre et de Mer, Membre très écouté du Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine. Il est resté des années Président du Conseil d'administration de la Compagnie parisienne du gaz, etc.

J'avais fait sa connaissance personnelle au laboratoire de H. Sainte-Claire Deville, à ces réunions de l'après-midi du dimanche où je trouvais, avec lui, Debray, Marié Davy, le colonel Caron, Hautefeuille, Mascart, Grandeau, Joly, les Drs Lorrain et Brouardel, Schützenberger et, plus tard, Berthelot lui-même. Là, j'avais appris, de la bouche de H. Deville, dans quelle estime il tenait Troost.

Lui, fermé à toute vie mondaine, ne connaissait que ce laboratoire, sa famille et quelques intimes. Depuis longtemps il était veuf. Il avait eu

l'immense malheur de perdre, un peu après leur mariage, ses deux filles, ses seuls enfants, la joie de son foyer; ses petits-enfants étaient restés sa consolation.

Cette année même, alors que nous admirions sa verte vieillesse, il faiblit il y a quelque mois; la maladie s'installait, plutôt menaçante que cruelle. Ses forces baissèrent, non pas son intelligence, et samedi matin il s'endormait doucement sans souffrance, pour ne plus se réveiller.

Demain, à ses obsèques, nous dirons à sa famille que l'Académie tout entière s'associe au pénible deuil qui vient de la frapper.

Messieurs, je lève la séance en signe de deuil.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions continues des équations intégrales de troisième espèce.* Note de M. **Émile Picard.**

1. L'étude des équations intégrales de *troisième espèce*, sous le point de vue auquel je me suis placé dans des Notes récentes (*Comptes rendus*, 6 juin et 11 septembre 1911), conduit à divers problèmes qui ne sont pas sans intérêt pour les applications. Les solutions trouvées deviennent en général infinies entre les deux limites, et la question se pose de rechercher les solutions qui restent continues. Pour donner un exemple de ce genre de problèmes, il suffira de considérer ici l'équation intégrale

$$\text{(E)} \qquad (x-\alpha) f(x) + \lambda \int_a^b \mathrm{K}(x, y) f(y)\, dy = \psi(x) \qquad (a < \alpha < b)$$

où nous conservons l'hypothèse précédemment faite, quoiqu'elle ne soit pas indispensable, que $\mathrm{K}(x, y)$ et $\psi(x)$ sont des fonctions holomorphes de x et y pour toutes les valeurs de x et de y comprises entre a et b.

2. D'après le théorème fondamental que nous avons établi, la solution $f(x)$ de cette équation est en général une fonction de x ayant α comme pôle simple; cette solution dépend linéairement de la constante arbitraire C définie par

$$\mathrm{C} = \lim \log \frac{\eta}{\varepsilon},$$

quand ε et η tendent vers zéro. Je rappelle que ε et η correspondent à l'intervalle $(\alpha-\varepsilon, \alpha+\eta)$ supprimé dans l'intégration.

Peut-il arriver que cette solution soit continue dans l'intervalle (a, b)? Il faut écrire que le résidu de $f(x)$ est nul en α. Au premier abord, il semble qu'on obtiendra ainsi une relation entre λ et C, et par suite, pour toute valeur de λ, une solution continue. Mais il n'en est rien. La relation précédente *contient seulement* λ (et non C); elle a la forme

$$G(\lambda)=0, \tag{1}$$

G étant une fonction entière. *L'équation intégrale* (E) *a, pour les valeurs de* λ *racines de cette équation, une solution* $f(x)$ *continue entre a et b.*

On peut établir ce théorème, en recourant à la forme de $f(x)$ que j'ai donnée précédemment. Avec les notations habituelles de la théorie de l'équation de Fredholm, on a à envisager l'équation

$$D(\lambda)\psi(\alpha)-\lambda\int_a^b \frac{D(\alpha, y; \lambda)\psi(y)}{y-\alpha}\,dy=0, \tag{2}$$

l'intégrale étant prise toujours en supprimant l'intervalle $(\alpha-\varepsilon, \alpha+\eta)$ qui tend ensuite vers zéro. En calculant le coefficient d'une puissance quelconque de λ dans le développement du premier membre de (2), on reconnaît, après diverses transformations, qu'il ne dépend pas du rapport limite C.

3. Pour une valeur λ_0 racine de (1), nous trouvons donc une solution de l'équation (E) continue entre a et b. Cette solution paraît dépendre de la constante C, mais il est aisé de voir qu'il n'en est rien. L'analyse précédente nous donne donc *en général* une solution unique de (E), *continue entre a et b*, correspondant à une racine de $G(\lambda)=0$.

4. On vérifie, par un calcul direct, les résultats généraux qui précèdent dans le cas élémentaire où

$$K(x, y)=X(x)Y(y),$$

X et Y dépendent respectivement de x et de y.

La solution de (E) est alors manifestement de la forme

$$f(x)=\frac{1}{x-\alpha}[B\,X(x)+\psi(x)],$$

B ne dépendant pas de x, et se déterminant immédiatement par la substitution de $f(x)$ dans l'équation intégrale.

L'équation $G(\lambda)=0$ est ici

$$\lambda\left[X(\alpha)\int_a^b \theta(y)\,dy - \psi(\alpha)\int_a^b \chi(y)\,dy\right] - \psi(\alpha) = 0, \tag{3}$$

en posant

$$\theta(y) = \frac{\psi(y)\,Y(y) - \psi(\alpha)\,Y(\alpha)}{y-\alpha}, \qquad \chi(y) = \frac{X(y)\,Y(y) - X(\alpha)\,Y(\alpha)}{y-\alpha}.$$

Pour la valeur de λ donnée par (3), on a la solution continue

$$(x) = \frac{\psi(x)\,X(\alpha) - \psi(\alpha)\,X(x)}{X(\alpha)\,(x-\alpha)}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions Θ du quatrième degré.* Note de M. **Paul Appell.**

L'Académie voudra bien me permettre de compléter, par quelques remarques, la Note précédente, insérée aux *Comptes rendus* du 25 septembre 1911.

Il n'existe pas de fonction *entière* de *trois* variables x, y, z, admettant la période $2\pi i$ par rapport à chacune de ces variables et vérifiant, en outre, la relation

$$F(x+a, y+x, z+y) = F(x, y, z). \tag{1}$$

Il existe, au contraire, des fonctions *entières* de *deux* variables x et y, admettant la période $2\pi i$ par rapport à chacune de ces variables et vérifiant, en outre, la relation

$$f(x+a, y+x) = f(x, y); \tag{2}$$

en effet, si l'on désigne par λ et μ deux entiers, dont le premier est positif, et si l'on pose

$$\psi\,(p) = \lambda\frac{p(p-1)}{2} + \mu p,$$
$$\psi_1(p) = \psi\,(p+1) - \psi\,(p) = \lambda p + \mu,$$
$$\psi_2(p) = \psi_1(p+1) - \psi_1(p) = \lambda,$$

la série

$$f\begin{pmatrix} x, & y \\ \lambda, & \mu \end{pmatrix} = \sum_{p=-\infty}^{p=+\infty} e^{\alpha\psi(p)+x\psi_1(p)+y\psi_2(p)},$$

définit une fonction entière remplissant les conditions indiquées; cette fonction, qui s'exprime immédiatement à l'aide des fonctions Θ elliptiques, rentre dans la catégorie des fonctions de deux variables que j'ai signalées dans une Note au Tome XIX du *Bulletin de la Société mathématique* (1891, p. 125).

D'une façon générale, l'existence d'une fonction *entière* de n variables, vérifiant des relations analogues à (1) et à (2), dépend de la parité de n.

Une fonction déterminée

$$\Theta\begin{pmatrix} a, & x, & y, & z \\ \alpha, & \beta, & \gamma_0, & \delta_0 \end{pmatrix} f\begin{pmatrix} x, & y \\ \lambda, & \mu \end{pmatrix}$$

vérifie les relations fondamentales des fonctions Θ, du quatrième degré, d'ordre α; elle peut donc s'exprimer en série linéaire des fonctions

$$\Theta\begin{pmatrix} a, & x, & y, & z \\ \alpha, & \beta, & \gamma, & \delta \end{pmatrix}.$$

Aux indications bibliographiques de la Note précédente il faut ajouter un article que l'abbé Rivereau a publié, en 1892, dans le Tome II des *Annales de la Faculté des Sciences de Marseille*, sur la fonction que j'avais étudiée dans le Tome I.

Si mes souvenirs sont exacts, il aurait paru, vers la même époque, sur le même sujet, une thèse aux États-Unis; j'espère qu'un lecteur de la présente Note voudra bien me renseigner sur ce point.

M. **Émile Boudier** fait hommage à l'Académie du Tome IV de ses *Icones mycologicæ*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** donne lecture de la Dépêche suivante :

Professeur Armand Gautier, Président de l'Académie des Sciences, Paris.

Turin, le 26 septembre.

Les chimistes italiens, réunis à Turin pour honorer Avogadro, et le Congrès chimique, reconnaissants de votre fraternelle participation, adressent, profondément émus, leurs vives condoléances pour la catastrophe qui frappe la France.

Signé : Guareschi, *Président.*

M. le **Ministre de la Guerre** fait savoir à l'Académie que, conformément à la proposition qu'elle lui a faite, il a nommé MM. Henri Poincaré et Henry Léauté membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année 1911-1912.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° G. Urbain. *Introduction à l'étude de la Spectrochimie.*

2° Inventaire des richesses d'art de la France. *Province, Monuments civils.* Tome IV : *Statues historiques.*

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Quénisset et de la comète Brooks, faites au grand équatorial* ($0^m,38$) *de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de MM. **Esclangon** et **Courty**.

Comète Quénisset.

Dates. 1911.	Étoiles de compar.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	ΔⓅ.	Nombre de compar.
		h m s	m s		
Septembre 26....	*a*	21. 6.35,9	—2.29,91	+6′.51″,8	20 : 5
» 27....	*b*	21.46.43,5	+1.58,39	+5.35,8	20 : 5
» 28....	*c*	21.19. 1,3	+1.25,72	+2.26,5	12 : 6
» 28....	*d*	21.19. 1,3	—2.10,99	—4.58,0	12 : 6

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascens. droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a..	A.G., Christiania, n° 2224	14.53.10,26	−1,26	20.51.59,0	−0,5
b..	A.G., Christiania, n° 2229	14.54.44,30	−1,02	23. 1.26,8	−0,5
c..	½ {A.G., Christiania, n° 2241; A.G., Hels-Gotha, n° 8214}	15. 0. 9,14	−0,84	25. 6.46,0	−0,7
d..	½ {A.G., Christiania, n° 2250; A.G., Hels-Gotha, n° 8231}	15. 3.45,95	−0,83	25.14.11,1	−0,9

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1911.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Observateurs.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Sept. 26......	8.48.27,2	14.50.39,14	+0,070	20.58.50,4	−0,423	Esclangon
» 27......	9.24.32,3	14.56.41,70	+0,021	23. 7. 2,2	−0,563	Esclangon
» 28......	8.52.58,7	15. 1.34,04	$+\bar{1},996$	25. 9.11,9	−0,490	Courty
» 28......	8.52.58,7	15. 1.34,11	$+\bar{1},996$	25. 9.12,1	−0,490	Courty

La comète se présente sous l'aspect d'une nébulosité sensiblement circulaire de 4′ à 5′ de diamètre; le noyau étant un peu excentré. Quoique assez net, le noyau n'a cependant pas l'aspect stellaire.

Comète Brooks. — *Observateur : Esclangon.* — La queue de la comète Brooks est visible à l'œil nu, par un beau ciel, depuis le 17 septembre, quoique toujours très pâle. Les 17 et 18 septembre elle paraît avoir de 3° à 4° de longueur. Mais à partir de cette date, elle s'est développée rapidement et, parfaitement *rectiligne*, atteint 13° de longueur apparente le 26 septembre.

Le 26 septembre elle s'étend jusqu'à la ligne joignant θ Dragon à 66 H Dragon; son axe coupe cette ligne au tiers, à partir de 66 H Dragon; le 27 et le 28 on la distingue encore jusqu'à cette ligne, le point d'intersection de son axe se rapprochant du milieu de l'intervalle séparant les deux étoiles. La queue est dirigée très sensiblement, en perspective tout au moins, suivant le rayon vecteur prolongé Soleil-Comète, avec une légère différence toutefois, qui paraîtrait même s'accentuer, comme le montre le Tableau suivant :

Dates. 1911.	Coordonnées des points célestes situés sur l'axe de la queue. α.	δ.	Angle de position du rayon vecteur (à partir de la comète).	Angle de position de l'axe de la queue.	Différence.
	h m	° ′	° ′	° ′	° ′
Sept. 26....	15.57	56.15	46.57	48.17	+1.20
» 27....	15.57	56.32	44. 1	46.21	+2.20
» 28,...	15.33	55. 0	41. 5	43.57	+2.52

Il y aura lieu de vérifier si la queue ne s'écarte pas, par la suite, de la direction du rayon vecteur, mais il est à craindre que la Lune gêne considérablement, ou empêche pour quelque temps les nouvelles observations.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Quénisset* (1911 *f*), *faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **Borrelly.**

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
Sept. 27...	$8^{h}25^{m}21^{s}$	$+1^{m}39^{s},57$	$-1'25'',2$	6:6	$14^{h}56^{m}22^{s},68$	$+\bar{1},999$	$22^{\circ}59'57'',7$	$-0,191$	*a*
» 28...	10.42.16	−1.55,40	+2.25,9	10:6	15. 1.49,65	$+\bar{1},930$	25.16.36,0	$+\bar{1},685$	*b*

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moy. 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a......	7,8	$14^{h}54^{m}44^{s},14$	$-1^{s},03$	$23^{\circ}1'23'',1$	$-0'',2$	15009, Vienne
b......	8,2	15. 3.45,88	−0,83	25.14.11,0	−0,9	8231, Helsingfors-Gotha, A.G.

Remarques. — La comète est brillante, à peu près ronde, d'environ 2' d'étendue; par instants, on voit briller un petit noyau de 11ᵉ-12ᵉ grandeur, placé excentriquement par rapport au reste de la nébulosité cométaire.

Le 28, la comète a sensiblement l'aspect de la veille, l'observation est troublée fréquemment par les nuages.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observation du gegenschein.* Note de MM. **F. Baldet** et **F. Quénisset**, présentée par M. H. Deslandres.

Le gegenschein est, comme on le sait, une vaste et très faible lueur que l'on aperçoit pendant toute la nuit toujours à l'opposé du Soleil. Nous tenons à attirer l'attention des observateurs sur l'intensité remarquable que présente actuellement le gegenschein.

Le 25 septembre la lueur avait une forme ovale mesurant 15° sur 20° environ, la partie la plus allongée étant couchée le long de l'écliptique. Son éclat était sensiblement égal aux plages de la Voie lactée situées vers les constellations du Dauphin et de la Flèche. La partie centrale occupait par rapport à l'écliptique la position suivante :

$$\lambda = +1^{\circ}, \qquad \mathcal{L} = 7^{\circ},$$

ce qui donne

$$\odot - \mathbb{C} = 175^\circ.$$

En regardant avec plus d'attention, on apercevait vers l'Est un prolongement de la lueur qui allait en se rétrécissant et en s'affaiblissant, traversait la constellation du Bélier, passait entre les Pléiades et ζ Persée et n'était plus visible à peu de distance de là. Dans le Bélier sa largeur était de 3° environ. D'une extrémité à l'autre le gegenschein embrassait ainsi plus de 70° dans le ciel.

On doit s'attendre à voir le gegenschein augmenter encore d'éclat et d'étendue pendant les mois d'octobre et de novembre car, ainsi que le professeur E. E. Barnard l'a montré (¹), ce phénomène a une périodicité annuelle. Il acquiert toute son intensité pendant les mois d'octobre et de novembre : la lueur s'allonge alors à l'Est et à l'Ouest et les deux prolongements finissent par se réunir aux extrémités des lumières zodiacales du soir et du matin (²) formant ainsi une bande zodiacale qui traverse tout le ciel. La Terre serait donc complètement entourée par ces lueurs zodiacales.

Le gegenschein, dont il n'existe aucune explication satisfaisante, est peu observé, surtout en France, parce que l'on croit que cette lueur est extrêmement difficile à voir; or la plupart du temps il n'en est rien comme nous l'avons constaté depuis des années que nous la suivons à l'observatoire de Juvisy. Nous rappelons que l'inclinaison de la bande zodiacale sur l'écliptique est incertaine; M. Barnard a trouvé qu'elle était à peine sensible tandis que M. Marchand lui donne une inclinaison de 6° à 7° avec une longitude de 70° pour le nœud ascendant. De même, il serait de la plus haute importance d'obtenir le parallaxe du gegenschein, ce qui offre d'assez grandes difficultés car cette parallaxe est certainement petite et la lueur très diffuse.

(¹) *The gegenschein or zodiacal counterglow* (*Popular astronomy*, n° 64).

(²) Voir *La lumière zodiacale* : Observations faites au Pic du Midi; Em. Marchand (*Bull. de la Soc. astronom. de France*, 1896, p. 50).

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Quénisset (1911 f) et Béliawsky (1911 g), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est de 0ᵐ,40 d'ouverture).* Note de M. **Giacobini**, présentée par M. Bigourdan.

Comète Quénisset.

Dates. 1911.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δ$\mathcal{D}$.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	$\mathcal{D}$ apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 25......	10.20.19	+4.12,11	+11.29,3	12 : 6	14.43.59,81	0,025	19. 1. 7,2	0,680$_n$	1
» 27......	10.11. 9	+2. 5,97	+ 8.44,0	6 : 4	14.56.49,17	$\bar{1}$,956	23.10.10,4	0,681$_n$	2
» 30......	9.27.25	+2.50,33	− 9.46,3	10 : 6	15. 9.36,29	$\bar{1}$,889	29.18.45,5	0,643$_n$	3

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	$\mathcal{D}$ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
.....	9,0	14.39.49,21	−1,51	18.49.37,7	+0,2	½ [Berlin C 1896+6558, cliché 2666 du Cat. phot. de Greenwich].
.....	8,5	14.54.44,23	−1,03	23. 1.26,9	−0,5	½ [Christiania 2229+4690, cliché 2570 du Cat. phot. de Greenwich].
...	8,6	15. 6.46,50	−0,54	29.28.32,5	−0,7	Helsingfors-Gotha, 8249.

Remarques. — La comète est une nébulosité de forme sensiblement elliptique de 45″ à 50″ d'étendue. Le noyau bien défini a l'éclat d'une étoile de 8ᵉ grandeur. Je ne distingue pas de queue.

Comète Béliawsky.

Dates. 1911.	Temps moyen de Paris.	Δα.	Δ$\mathcal{D}$.	Nombre de comp.	α apparente.	Log. fact. parall.	$\mathcal{D}$ apparente.	Log. fact. parall.	★
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Sept. 30...	17.18.39	+5.40,44	−3.24,1	5 : 3	11. 3.35,87	$\bar{1}$,586$_n$	80.17.30,9	0,800$_n$	1
Oct. 1....	16.50. 8	−0.13,69	−8.12,2	13 : 7	11.14.45,18	$\bar{1}$,597$_n$	79.26.41,2	0,810$_n$	2

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	α moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	$\mathcal{D}$ moyenne, 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.........	8,2	10.57.54,76	+0,67	80.20.53,2	+1,8	½ [Leipzig II, 5666+Paris, 13515].
2........	8,7	11.14.58,22	+0,65	79.34.50,8	+2,6	Leipzig I, 4266.

Remarques. — Dans son ensemble, la comète est d'un éclat exceptionnellement vif

et son noyau est de 3e grandeur. La queue s'étend sur une longueur de 15° environ dans un angle de position de 300°; il est probable qu'on verrait la queue s'étendre plus loin encore, si le jour ne commençait à éclairer le ciel. On remarque dans la queue quelques bandes d'intensité de lumière différente.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de variable complexe.* Note de M. **D. Pompéiu**, présentée par M. P. Appell.

Je prends ici l'expression *fonction de variable complexe* dans son sens général de correspondance entre deux ensembles de nombres complexes :

$$w = f(z)$$

et non dans le sens étroit de fonction holomorphe ou même analytique et le but de cette Note est justement d'indiquer certaines conditions sous lesquelles une fonction de variable complexe, définie dans un domaine D, est holomorphe dans ce domaine.

1. Considérons un domaine D, par exemple un cercle, et soit $f(z)$ une fonction de variable complexe définie dans D.

Je suppose que, par rapport à la fonction $f(z)$, l'ensemble E des points intérieurs à D se trouve partagé en deux autres ensembles

$$E = E_1 + E_2,$$

E_1 et E_2 pouvant d'ailleurs être absolument quelconques, à la seule condition d'être *denses en eux-mêmes*. (On dit qu'un ensemble est *dense en lui-même* si chacun de ses points est point-limite dans l'ensemble.)

Je suppose que $f(z)$, *considéré seulement sur l'ensemble* E_1 est *monogène* en chaque point de E_1, c'est-à-dire que $f(z)$ admet une dérivée unique en chaque point de l'ensemble E_1.

De même, je suppose que $f(z)$, *considéré seulement sur l'ensemble* E_2, est monogène en chaque point de E_2.

Cela étant, je dis que si $f(z)$ considérée sur l'ensemble E (c'est-à-dire dans l'*intérieur* de D) est *continue*, cette fonction est *holomorphe* dans l'intérieur de D.

La démonstration de cette proposition est fondée sur un théorème de Morera, d'après lequel une fonction *continue* $f(z)$ est *holomorphe* si

l'intégrale

$$I = \int_C f(z)\,dz$$

est nulle pour tout contour fermé C, tracé dans l'intérieur du domaine simplement connexe D.

Tout revient donc à démontrer que l'intégrale I est nulle, quel que soit le contour fermé C. Cette démonstration est tout à fait analogue à la démonstration classique de M. Goursat pour le théorème fondamental de Cauchy.

2. Voici maintenant deux applications de notre théorème :

Considérons une fonction analytique $f(z)$ *partout continue*, donc continue aussi sur l'ensemble Γ des points singuliers ζ. (Pour un exemple d'une telle fonction, voir les *Comptes rendus*, 28 novembre 1904 et 3 mai 1909). Les valeurs de $f(z)$ sur une partie seulement de l'ensemble singulier Γ caractérisent parfaitement la fonction $f(z)$.

En effet, supposons qu'une autre fonction partout continue $g(z)$ puisse prendre *sur une partie de* Γ [1] les mêmes valeurs que $f(z)$. Nous supposons donc que $g(z)$ et $f(z)$ admettent le même ensemble de points singuliers.

Nous considérerons alors la fonction

$$h(z) = f(z) - g(z)$$

qui est de même nature (partout continue) que f et g. Mais elle s'annule sur les points ζ' où f et g coïncident. D'après le théorème, que nous venons d'énoncer, $h(z)$ est holomorphe dans la région du plan qui contient les points ζ' et, puisque dans cette région elle est nulle en une infinité de points, elle est identiquement nulle.

Donc $g(z)$ et $f(z)$ coïncident.

Une autre application est relative au prolongement analytique.

Soit $f(z)$ une fonction holomorphe dans l'intérieur d'un domaine D et continue sur la frontière F de ce domaine. Je me place dans le cas où F *est l'ensemble le plus général de son espèce* (et l'on sait que, dans ce cas, F peut avoir partout une longueur infinie ou même une aire partout non nulle).

Cela posé, supposons qu'on a pu trouver, en dehors de D, une fonction

---

[1] J'entends par l'expression *une partie de* Γ tous les points de Γ contenus dans l'intérieur d'un contour fermé, un cercle par exemple, qui ne contient pas tout Γ.

$\varphi(z)$ prenant sur F, ou sur une partie seulement de F [1], les mêmes valeurs que $f(z)$. On ne pourra pas affirmer que $\varphi(z)$ est le *prolongement* de $f(z)$, dans le sens classique du mot (et elle ne l'est pas, en général, si F n'est pas rectifiable), mais notre théorème nous permet d'affirmer que si une fonction telle que $\varphi(z)$ existe elle est *unique*.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les liaisons non linéaires.* Note de M. **Et. Delassus**, présentée par M. P. Appell.

Aux remarques énoncées dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 19 juin 1911) on peut ajouter les suivantes dans lesquelles nous continuerons à employer les mêmes dénominations et notations :

1. Prenons α paramètres auxiliaires $p_1, \ldots, p_\alpha$ et, aux k équations θ de liaison du système S, ajoutons i nouvelles équations entre les p, q, p', q', t formant avec les précédentes un système de $k+i$ équations distinctes par rapport aux q', p'. Ces $k+i$ équations permettront d'exprimer tous les q', p' en fonction des q, p et de $n+\alpha-k-i$, nouveaux paramètres $r_1, r_2, \ldots$, ce qui donnera une réalisation linéaire des liaisons par un système $S+S_1$ à $n+\alpha-k-i$ degrés de liberté. En choisissant convenablement k et i on voit que :

Les liaisons non linéaires d'un système S *peuvent toujours être réalisées linéairement au moyen d'un système* $S+S_1$ *dont le nombre de degrés de liberté peut être choisi arbitrairement.*

2. Considérons une réalisation linéaire des liaisons non linéaires de S. Les liaisons de $S+S_1$ s'expriment par des équations

$$\omega(q, q', p, p', t) = 0, \quad \ldots,$$

linéaires par rapport aux p', q'. L'élimination des p' donnera donc des relations

$$\Phi(q, q', p, t) = 0, \quad \ldots,$$

linéaires et distinctes par rapport aux q'. L'élimination des p entre ces équations Φ donnera des relations entre les q, q' et t qui devront être iden-

---

[1] Voir la Note précédente pour le sens précis de l'expression *une partie de* F.

tiques aux équations θ de liaison de S. Les relations Φ distinctes par rapport aux q' donneront autant d'équations distinctes entre les q''; donc, pour que la réalisation soit du second ordre, il faut que les équations Φ soient en nombre égal à celui des θ, c'est-à-dire que le système des équations θ soit équivalent à celui des équations linéaires Φ; les liaisons θ pouvant alors se mettre sous la forme linéaire Φ sont, en réalité, des liaisons linéaires, d'où cette conclusion à laquelle est aussi arrivé M. Levi-Cività en même temps que moi :

Des liaisons véritablement non linéaires d'un système ne peuvent jamais être réalisées au second ordre par des systèmes, si compliqués soient-ils, à liaisons linéaires.

3. Imaginons une des réalisations considérées au début, mais correspondant à $\alpha = 0$, d'où $i = 0$. Il résulte des équations du mouvement concret de ma précédente Note que le mouvement de la portion S_1 se fait comme si elle n'était pas liée à S et n'était soumise à aucune force. En particulier, si l'on considère les p comme paramètres d'un système S_1 à liaisons indépendantes du temps, nous aurons les mouvements concrets particuliers dans lesquels S_1 sera immobile, c'est-à-dire les p constants.

Donnons-nous d'une façon arbitraire, au point de vue cinématique, un mouvement de S compatible avec ses liaisons, c'est-à-dire des q fonctions de t satisfaisant aux équations θ. Nous pouvons, d'une façon très arbitraire, former des équations différentielles

$$\Psi_1(q, q', t) = 0, \quad \ldots, \quad \Psi_{n-k}(q, q', t) = 0,$$

vérifiées par ces fonctions q. Il suffit alors de considérer la réalisation linéaire fournie par

$$\Psi_1 = p_1, \quad \ldots, \quad \Psi_{n-k} = p_{n-k}$$

pour voir que l'un des mouvements concrets, celui qui correspond aux valeurs initiales nulles de tous les p et p', est précisément le mouvement donné de S, de sorte que:

Si, pour un système S *soumis à des liaisons et à des forces données, on considère tous les mouvements concrets fournis par toutes les réalisations linéaires imaginables de ses liaisons, on obtient tous les mouvements de* S *cinématiquement compatibles avec ses liaisons.*

4. En particulier, tout mouvement abstrait de S étant un mouvement ciné-

matiquement compatible avec ses liaisons, pourra être réalisé effectivement comme mouvement concret par une réalisation linéaire convenable des liaisons.

Plus généralement, considérons tous les mouvements abstraits qui correspondent à un système F de forces agissant sur S. Tous ces mouvements satisfont aux $n-k$ intégrales premières

$$\Psi_1 = \text{const.}, \quad \ldots, \quad \Psi_{n-k} = \text{const.}$$

des équations de M. Appell et l'on verra que la réalisation linéaire

$$\Psi_1 = p_1, \quad \ldots, \quad \Psi_{n-k} = p_{n-k}$$

fournira tous les mouvements abstraits de S comme mouvements concrets correspondant aux valeurs initiales nulles des p'. Ainsi :

A chaque système de forces F *agissant sur le système* S *on peut faire correspondre une réalisation linéaire des liaisons telle que les mouvements abstraits de* S *soient réalisés comme mouvements concrets particuliers.*

5. Si l'on charge le système F des forces agissant sur S, il faut, pour réaliser les nouveaux mouvements abstraits de S, changer la réalisation linéaire des liaisons puisque les intégrales Ψ sont changées. On complète alors ce résultat par la propriété suivante dont la démonstration ne peut être indiquée dans cette Note :

Étant donné un système S *soumis à des liaisons non linéaires, il ne peut exister une réalisation linéaire de ces liaisons permettant, quelles que soient les forces agissant sur* S, *de réaliser, comme mouvements concrets particuliers, tous les mouvements abstraits de* S.

PHYSIQUE. — *Transport de particules métalliques sous l'action de la chaleur.* Note de MM. **G. Reboul** et **E. Grégoire de Bollemont**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Dans une Note précédente [1] nous avons essayé de préciser les conditions de formation du dépôt de cuivre qu'on obtient sur une lame de platine, en chauffant deux lames de ces métaux vis-à-vis l'une de l'autre.

---

[1] *Comptes rendus*, 20 mars 1911.

On ne peut attribuer ce dépôt à une condensation de vapeur puisque les deux lames sont à la même température; comme nous l'avons montré, le transport a d'ailleurs l'allure d'une projection. Nous nous sommes proposé d'en rechercher la cause : pour cela nous avons fait varier la nature du métal récepteur, de l'atmosphère gazeuse environnante et du métal transporté.

L'enceinte du four est close et l'on peut y faire le vide ou y introduire le gaz étudié. Le métal transporté, sous forme d'une bande de 1^{cm} largeur, est disposé sur une lame de métal récepteur de forme carrée de 3^{cm} de côté environ; les deux sont séparés par une cale de quartz de 1^{mm} d'épaisseur. L'ensemble des deux lames est fixé à une tige invariablement liée au noyau de fer doux d'un solénoïde. Le noyau de fer et la tige sont placés suivant l'axe d'un tube de verre horizontal et prolongeant l'enceinte close du four. Au moyen d'un courant convenable, on peut, en faisant glisser le solénoïde, déplacer le noyau de fer doux et l'ensemble des deux lames sans avoir à ouvrir le four.

Les expériences étaient conduites de la manière suivante :

On porte le four à une température convenable, indiquée par un couple thermo-électrique et variant dans nos expériences de 500° à 1000° C. On dispose les lames dans l'une des extrémités du four qui sont refroidies par un courant d'eau. On ferme le four, on y fait le vide, puis on introduit le gaz étudié. En faisant glisser le solénoïde, on porte les lames dans la partie chaude du four, en même temps qu'on pousse l'aiguille d'un chronomètre; au bout d'un temps déterminé, variant suivant les cas de 30 secondes à 30 minutes, on retire les lames en faisant glisser le solénoïde en sens inverse. On ouvre le four et l'on examine le résultat.

I. La nature du métal qui reçoit le dépôt ne joue pas un rôle essentiel : on peut remplacer le platine par de l'aluminium, du nickel et même de la porcelaine dégourdie; on obtient des dépôts analogues à ceux que l'on avait sur platine.

Seul, l'argent ne donne aucune trace de dépôt; la partie de la lame d'argent qui se trouvait devant la bande de cuivre se détache en brillant sur les parties environnantes, comme s'il y avait eu transport de l'argent en sens inverse.

II. La nature de l'atmosphère gazeuse, sans changer l'allure du phénomène, intervient dans l'abondance du dépôt.

Dans le vide ($\frac{1}{50}$ mm de mercure) le transport se produit comme dans l'air; au lieu d'un dépôt noir, on obtient un dépôt gris mat qu'il suffit d'ailleurs

de chauffer légèrement à l'air pour avoir le dépôt noir d'oxyde. La présence de l'atmosphère gazeuse n'apparaît donc pas indispensable.

Cette atmosphère joue cependant un grand rôle : les dépôts sont beaucoup plus abondants avec l'oxygène qu'avec l'air, plus abondants avec l'air qu'avec l'azote, plus abondants avec ce dernier qu'avec le gaz carbonique.

Avec l'hydrogène le dépôt est particulièrement curieux : sur la lame de platine il ne se produit rien vis-à-vis de la bande de cuivre, mais il se forme un dépôt qui dessine extérieurement les contours de cette bande.

III. Y a-t-il d'autres métaux se comportant de manière analogue et pouvant être ainsi transportés? C'est probable, quoique l'argent seul ait pu nous donner des dépôts très nets et analogues à ceux obtenus avec le cuivre.

Les expériences étaient faites en chauffant une bande d'argent et une lame d'or, semblables à celles de cuivre ou de platine. Il y avait sur l'or un dépôt blanc dessinant les contours de la bande d'argent. Ainsi s'explique que le cuivre n'ait pu donner de dépôt sur une lame d'argent, puisque celui-ci se transportait en sens inverse.

IV. L'hypothèse, qui se concilie le mieux avec l'ensemble de faits que nous avons établis, paraît être la suivante : sous l'influence de la chaleur, il se produit dans les parties superficielles des lames chauffées un effet analogue à un rochage; l'expulsion des gaz exclus, par explosion des poches microscopiques qui les contiennent, entraîne des particules métalliques. On peut même aller plus loin et expliquer l'influence de l'atmosphère gazeuse par une combinaison chimique des gaz exclus avec ceux de l'atmosphère, combinaison accompagnée de véritables explosions des parties superficielles du métal.

Il paraît naturel de rapprocher de cet effet l'émission des charges positives par les métaux chauffés. L'on sait que presque toute rupture de surface est accompagnée d'ionisation intense : or le cuivre et l'argent sont parmi les métaux ceux qui émettent le plus facilement des charges positives sous l'action de la chaleur.

ANTHROPOLOGIE. — *De l'asymétrie des crânes de Neanderthal, de Cro-Magnon et de Spy n° 1*. Note (¹) de MM. **Auguste Marie** et **L. Mac Auliffe**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons appliqué à l'étude des crânes de Neanderthal, de Cro-Magnon et de Spy n° 1, dont nous possédons des moulages authentiques, la méthode proposée par M. Chervin en 1908 (²), sous le nom de *méthode de retournement* et basée sur l'étude de photographies métriques.

Description de la méthode employée. — M. Chervin rappelle que deux figures symétriques par rapport à une droite sont superposables par retournement. Si, par exemple, on fait tourner une figure régulière, comme l'est un plateau circulaire autour d'un axe central, il va sans dire que tous les points de ce plateau se recouvriront les uns les autres, parce que tous sont parfaitement symétriques par rapport à l'axe central. Mais si l'on retranche une partie, si faible qu'elle soit, sur une portion quelconque de ce plateau, il n'en est plus de même. La trace de la partie absente sera indiquée sur la partie correspondante intacte, par le retournement de l'une sur l'autre. Dans la pratique craniologique, on peut procéder de la façon suivante :

Pour avoir une idée générale de l'asymétrie ou de la déformation, on peut se contenter de calquer le contour d'une vue du crâne sur l'image de la photographie métrique à l'aide d'un papier aussi transparent que possible.

Il faut avoir soin de marquer des points de repère pour bien situer le calque; on indique, par exemple, non seulement les points où les axes OO rencontrent le crâne, mais encore plusieurs points des lignes horizontales et verticales.

Cela fait, on retourne la feuille de papier de façon que le côté droit du dessin calqué se place du côté gauche de l'image photographique, et réciproquement. Pour cela, il faut avoir bien soin de placer les différents points de repère, de façon qu'ils se superposent très exactement.

La chose est facile, puisque le fond réticulé est un tracé métrique régulier, les points de repère, primitivement indiqués sur le calque du côté droit, se superposent donc vigoureusement sur les points correspondants du côté gauche.

On calque ensuite une deuxième fois le contour du crâne avec une ligne ponctuée ou avec une encre de couleur pour distinguer les deux dessins.

Cette méthode de retournement, du contour droit sur le gauche et du gauche sur le droit, montre clairement quelles sont les parties asymétriques du crâne.

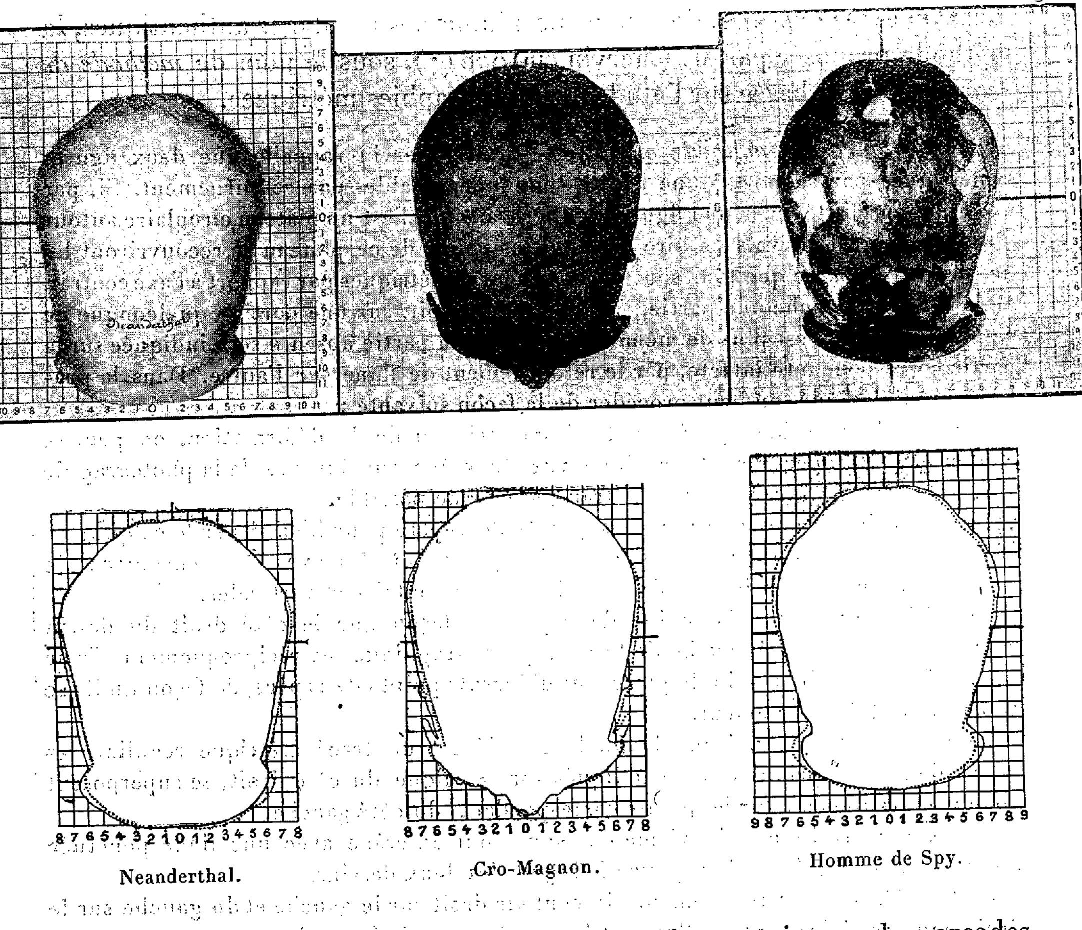
Cette méthode décèle les asymétries, même les plus faibles. Elle permet

(¹) Présentée dans la séance du 24 juillet 1911.

(²) A. Chervin, *Anthropologie bolivienne, Craniologie.* Paris, Imprimerie nationale, 1908.

d'en calculer l'importance pour chaque point déterminé, soit à l'aide du calcul des triangles, soit à l'aide de l'instrument connu sous le nom de *planimètre*, qui intègre les surfaces. On verra par les tracés présentés ci-après :

1° Que l'asymétrie du crâne de Neanderthal, envisagé dans une vue sincipitable, est notable surtout dans la région pariétale gauche (2^{mm} à



Neanderthal. Cro-Magnon. Homme de Spy.

3^{mm} environ). Asymétrie également marquée au niveau des arcades sourcilières (côté gauche);

2° Que l'asymétrie du crâne de Cro-Magnon présente les mêmes caractères;

3° Que l'asymétrie du crâne de Spy n° 1 est surtout occipitale, avec prédominance du côté gauche. Ce type asymétrique paraît l'inverse du type

précédent ; la déformation s'effectue en effet d'avant en arrière avec renflement du côté gauche.

Dans les crânes précédents existe une dépression du même coté. De plus on remarquera que la partie occipitale présente un étranglement au niveau de la ligne centimétrique n° 7.

Enfin la région sourcilière est également asymétrique avec un renflement du côté gauche.

Outre l'intérêt particulier qui s'attache à l'étude de l'asymétrie cranienne en général, il importe de faire remarquer que ces trois crânes, qui ont été l'objet de tant de travaux, n'avaient jamais été étudiés à ce point de vue particulier. Il faut probablement en chercher la raison dans l'absence d'un outillage aussi précis que la photographie métrique et la méthode de retournement qui en découle (1).

ENTOMOLOGIE. — *Sur un parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis.* Note de MM. **Paul Marchal** et **J. Feytaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Pendant le cours de cet été, depuis le commencement d'août jusqu'à la fin de septembre, nous avons observé dans le département de Saône-et-Loire, dans la Gironde et dans la Dordogne des œufs de Cochylis et d'Eudémis qui présentaient une teinte noirâtre, leur donnant un aspect bien différent de celui qu'ils présentent dans les conditions normales. En ouvrant ces œufs sous le microscope nous avons trouvé à leur intérieur une petite nymphe d'*Hyménoptère* parasite occupant la place de la chenille embryonnaire de la Cochylis ou de l'Eudémis, orientée suivant le grand axe de l'œuf et présentant sa face ventrale tournée vers l'extérieur. En mettant, d'autre part, en observation des œufs présentant les mêmes caractères, nous avons constaté qu'il en sortait au bout de quelque temps un petit Insecte ailé ayant moins de $0^{mm},5$ de long et appartenant au genre *Oophthora* (Hyménoptère chalcidien). Les femelles de ce parasite, qui peuvent être fécondées aussitôt après leur éclosion, ne tardent pas à aller elles-mêmes piquer d'autres œufs, si elles en trouvent à leur portée pour déposer à l'aide de leur tarière leurs propres germes à leur intérieur.

La ponte de l'Hyménoptère parasite s'effectue dans des œufs de Papil-

(1) Capacité approximative : Cro-Magnon 1241, Neanderthal 1195, Spy 1280.

lons fraîchement pondus; car, après avoir repéré des œufs d'Eudémis qui venaient d'être déposés, nous avons constaté sur certain d'entre eux le noircissement caractéristique de la présence du parasite quatre ou cinq jours après la ponte du Papillon.

L'éclosion du parasite a lieu beaucoup plus tard que n'aurait eu lieu la naissance de la chenille de l'Eudémis ou de la Cochylis; c'est ainsi que des œufs déjà noirs le 31 août n'ont donné leurs parasites que le 9 septembre, tandis que des œufs sains pris à la même date et placés dans les mêmes conditions éclosaient le 5 et le 6 septembre. D'autre part, des œufs parasités récoltés le 14 septembre ne nous ont donné d'éclosions qu'à partir du 27 du même mois.

L'*Oophthora* pond de préférence dans des œufs de Cochylis et d'Eudémis assez voisins les uns des autres. Les œufs parasités ne se rencontrent guère en effet isolément, mais par groupes de 4 à 15 ou davantage sur une même grappe ou sur des grappes contiguës.

Le parasite de l'œuf de la Cochylis et de l'Eudémis présente tous les caractères de l'*Oophthora semblidis* Aurivillius, avec lequel nous l'identifions.

Ce Chalcidien n'a pas encore été signalé comme vivant aux dépens des Microlépidoptères de la Vigne; mais il a déjà été observé comme vivant aux dépens des œufs de divers Papillons. C'est ainsi que Vassiliew, qui le désigne sous le nom de *Pentarthron carpocapsœ*, le mentionne comme pouvant infecter les œufs de plusieurs Bombyx fort répandus et très nuisibles (*Malacosoma neustria*, *Euprotis chrysorrhœa*, *Dendrolimus pini*) (1).

Schreiner a observé son parasitisme dans les œufs de la Pyrale du Pommier (*Carpocapsa pomanana*) (2) et a trouvé dans certains vergers jusqu'à 65 pour 100 des œufs parasités.

Masi a vu des œufs de la Noctuelle du Chou (*Mamestra brassicœ*) parasités par le même Insecte (3).

Cet Hyménoptère n'est pas d'ailleurs spécialisé pour les œufs des Lépidoptères et peut encore vivre en parasite dans des œufs d'Insectes appartenant à d'autres ordres. Sa description a même été faite par Aurivillius d'après des échantillons provenant des œufs d'un Névroptère, le *Semblis*

---

(1) *Zeitsch. f. Wiss. Insektenbiologie*, t. III, 1907, p. 336.

(2) *Ibid.*, p. 219.

(3) *Boll. del Laboratorio di Zoologia generale e agraria della R. Scuola superiore d'Agricoltura in Portici*, t. IV, 1909.

lutaria, et Vassiliew a constaté qu'il pouvait évoluer dans l'œuf d'une Tenthrède, la *Lyda stellata*.

Ainsi donc, si le parasite dont nous avons observé la présence dans l'œuf de la Cochylis et de l'Eudémis est essentiellement oophage et ne se développe qu'aux dépens d'œufs d'Insectes, il ne se montre, par contre, aucunement spécialisé au point de vue de la nature des œufs dans lesquels il effectue sa ponte. Les œufs agglomérés des *Semblis*, les gros œufs des Noctuelles ou des Bombyx et les petits œufs isolés de la Pyrale du Pommier ou de la Cochylis sont même tellement dissemblables qu'on a peine à s'expliquer que le même parasite soit poussé par son instinct à piquer indifféremment les uns ou les autres pour y déposer ses propres œufs, et l'on peut se demander si cet *Oophthora semblidis* ne comporte pas des sous-espèces se confondant par leur aspect morphologique, mais susceptibles d'être distinguées par leurs caractères biologiques.

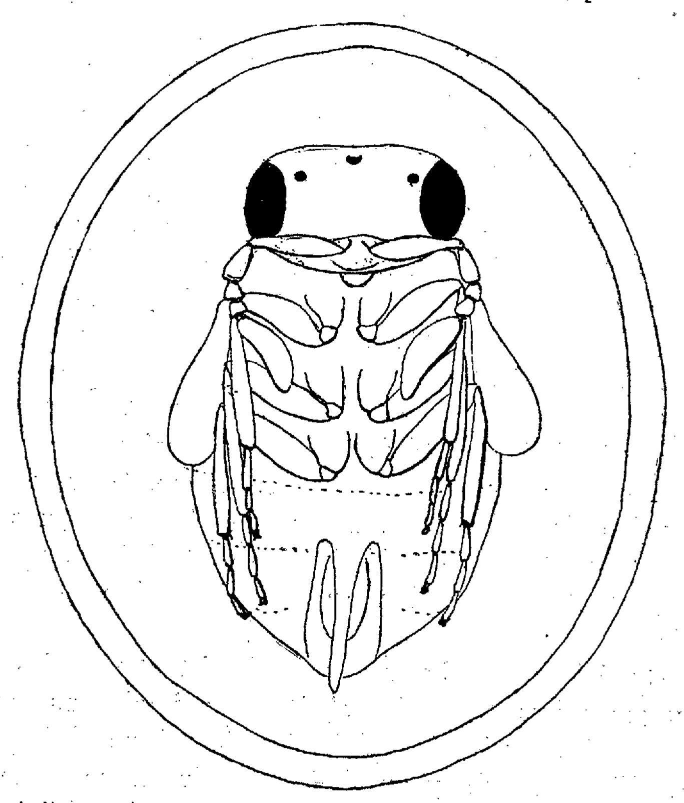


Figure indiquant la position de l'*Oophthora semblidis*, pendant sa nymphose, à l'intérieur de l'œuf de la Cochylis.

Quoi qu'il en soit à cet égard, nous devons considérer ce parasite de l'œuf comme un auxiliaire des plus utiles pour limiter la propagation des Insectes aux dépens desquels il vit. Il est à remarquer, en effet, qu'en s'attaquant à l'œuf et en substituant sa progéniture à l'embryon qu'il contient, il supprime la Cochylis ou l'Eudémis et la remplace par un être utile, avant qu'elle n'ait commencé à exercer ses dégâts. Cet Hyménoptère, chez lequel l'existence de la parthénogenèse a été observée par Vassiliew, a, en outre, une très grande puissance prolifique et présente plusieurs générations annuelles, générations qui, en raison du polyphagisme de l'*Oophthora*, peuvent vivre et se perpétuer, malgré l'absence au moment de leur apparition des œufs de la Cochylis ou de l'Eudémis; il suffit, en effet, pou rassurer leur conservation, qu'il se trouve dans le voisinage des plantes portant des œufs d'Insectes pouvant être parasités par le *Chalcidien;* même en admettant la possibilité de l'existence de sous-espèces de l'*Oophthora semblidis*, spécialisées pour pondre dans des œufs de genres différents, les chances sont grandes pour qu'il se trouve, parmi les pontes des nombreux papillons qui vivent dans la campagne et qui appartiennent à la famille des Tortricides, des œufs réalisant les conditions nécessaires pour héberger le parasite de l'œuf de la Cochylis. A ce point de vue, la présence, dans les vignobles ou dans leur voisinage, des plantes sauvages ou cultivées qui nourrissent en grand nombre des Insectes servant d'hôtes au parasite, peut avoir une importante répercussion sur la multiplication de la Cochylis ou de l'Eudémis.

Les rapports réciproques si complexes qui existent entre les ennemis des cultures, leurs parasites et le milieu végétal ou animal dans lequel ils évoluent, ont encore été peu étudiés .L'histoire biologique de l'*Oophthora semblidis* montre l'intérêt qu'il y aurait à poursuivre leur étude; seules les observations qui apporteront la lumière dans cette direction permettront à l'homme de rétablir l'équilibre au profit de ses cultures et de tirer, des auxiliaires si précieux qui sont mis à sa disposition par la nature, le maximum d'assistance qu'ils sont susceptibles de lui fournir.

ENTOMOLOGIE. — *Nouvelle contribution à l'étude biologique des Glossines. Quelques données sur la biologie des* Gl. morsitans *et* tachinoides *du Soudan nigérien.* Note [1] de M. **E. Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

En quittant le Dahomey pour remonter le Niger *via* Niamey-Tombouctou, j'ai pu, malgré les circonstances très défavorables de la pleine saison sèche (janvier-mai), réunir quelques observations et tenter quelques expériences sur *Gl. morsitans* et *tachinoides*. Quoique forcément incomplètes et fragmentaires en raison des conditions de déplacement où elles ont pu être effectuées, ces recherches fournissent néanmoins quelques compléments intéressants à mes études antérieures sur le même sujet, et permettent d'étendre la notion des différences physiologiques fondamentales entre les divers types spécifiques de mouches tsé-tsé, notion qui est la base rationnelle de toute mesure d'action contre ces insectes.

A partir du 11e degré de latitude Nord, le Haut-Dahomey ne présente plus que deux types de Glossines : *Gl. tachinoides* et *morsitans*. Rares et localisées en *gîtes permanents* au bord de certains petits cours d'eau en saison sèche, ces deux espèces se répandent bien davantage en hivernage [2]. Sur le Niger, on retrouve entre *Boumba* et *Kirtachi* (12° à 13° de latitude Nord) une zone boisée qui constitue un gîte permanent fort important pour les mêmes espèces et sert sans doute de *réservoir de Glossines* pour les marigots du Sud.

Habitat. Gîtes. — *Gl. tachinoides*, qui représente la *palpalis* des régions soudaniennes, habite les couloirs forestiers du bord des eaux; *Gl. morsitans*, qui représente la *longipalpis* des régions soudaniennes, habite les buissons et les broussailles touffues qui s'étendent en arrière du couloir forestier. La zone à *morsitans* est une zone peu couverte, où la sécheresse se fait sentir; les buissons ont tous le caractère épineux (gommiers, mimosées, jujubiers) : *tandis que* longipalpis *est la Glossine des buissons verts et humides,* morsitans *est celle des buissons xérophiles.* Pour ces deux mouches d'ailleurs, la zone d'habitat est *toujours* bordée d'un écran forestier riverain, mais où leur pénétration est exceptionnelle.

L'existence de ce cordon boisé paraît indispensable bien que la pénétration des mouches sous ses ombrages soit exceptionnelle.

Les gîtes des *morsitans*, mieux définis que ceux des *tachinoides*, sont constitués

(1) Présentée dans la séance du 18 septembre 1911.

(2) *Gl. tachinoides* descend alors momentanément jusque dans la région subcôtière du Dahomey; peut-être aussi *Gl. morsitans.*

électivement par les broussailles denses de certaines mimosées. En frappant les branches de ces buissons, on voit sortir les mouches qui se posent sur les branches, ou sur le sol à l'ombre.

Nutrition. — Les deux Glossines vivent particulièrement aux dépens du gibier sauvage. Leurs relations avec l'homme ne paraissent point offrir l'exclusivité de celles de la *palpalis* dans certaines régions. Il n'y a point à parler de *gîtes humains* pour ces espèces, le renouvellement des hôtes étant assuré par la fréquence des gros mammifères et des oiseaux dans les zones où elles fréquentent.

Reproduction. — L'hybridation ne paraît pas non plus possible entre les deux espèces. Sur une centaine de Glossines des deux types, mêlées dans les mêmes cages au moment de leur capture, jamais aucun essai d'accouplement n'a été observé.

Gl. morsitans s'accouple facilement en captivité, ce que ne fait jamais *Gl. longipalpis*. À cette différence biologique curieuse s'ajoute l'absence, chez *morsitans*, du phénomène de la *séparation des sexes* dans les gîtes, si étroitement caractéristique de *longipalpis*.

L'intervalle observé entre les pontes successives a été chez *morsitans* de 8 à 9 jours à une moyenne thermique approximative de $> 32°$ C., les écarts oscillant entre des minima de 21° C. et des maxima de 43° C. A cette même température, la durée de la nymphose constatée a été de 23 à 28 jours. C'est une durée sans doute exceptionnellement courte.

Des observations analogues, déjà faites antérieurement sur *tachinoides* [1], n'ont pas été répétées.

Influence des facteurs physiques. — D'après des expériences conduites comme celles mentionnées dans mon travail sur la *Gl. palpalis*, j'ai pu constater les faits suivants :

1° *Gl. morsitans* résiste beaucoup mieux à la sécheresse que *tachinoides* (60 *morsitans* et 150 *tachinoïdes* à une moyenne hygrométrique de 35 pour 100; mortalité 45 pour 100 dans la première espèce, 76 pour 100 dans la seconde).

2° L'air humide est indispensable à la vie chez *tachinoides* (sur 10 mouches en air saturé confiné, pas de mort après 3 jours, 2 seulement après 5 jours), tandis qu'il exerce une action destructive immédiate chez *morsitans* (10 mouches périssent dans les conditions précédentes).

3° La résistance de *tachinoides* à une moyenne thermique élevée (1 heure 30 minutes dans l'étuve à 40°) explique la répartition franchement soudanienne de cette Glossine; une température élevée est, au contraire, funeste à *morsitans* (1 heure à 40° suffit pour la frapper irrémédiablement dans sa vitalité), dont la ponte devient irrégulière ce qui, chez les Glossines, décèle toujours des conditions anormales.

4° Les pupes de *morsitans* périssent dans le sable humide; elles résistent, au contraire, fort bien dans un milieu dont l'état hygrométrique est très faible.

---

(1) *Comptes rendus*, 13 février 1911.

On voit, par l'ensemble de ces données, combien sont accusées les différences biologiques entre les deux types de Glossines dont la répartition soudanienne est la plus septentrionale.

Gl. tachinoides, mouche *hygrophile* comme *palpalis*, a besoin de l'humidité constante des cordons forestiers. C'est sa résistance thermique seule, qui permet à la mouche de déborder vers le Nord l'aire d'extension de la *palpalis*, qu'elle représente au Soudan nigérien comme au Soudan du Tchad.

Gl. morsitans, mouche *xérophile*, représenterait typiquement la Glossine des régions subdésertiques, si ces exigences thermiques ne nécessitaient pour elle l'abri des buissons denses, limitrophes des cours d'eau dans les régions soudaniennes. Ce sont principalement les conditions de température qui limitent l'extension de cette Glossine vers le Nord.

Au point de vue pratique et en s'appuyant sur les données qui précèdent, les mesures de destruction rationnelles devront encore s'inspirer, si les circonstances le permettent, de la pratique du déboisement pour *tachinoides*, de l'abattage et de l'incendie des buissons épineux pour *morsitans*. Ces mesures ne seront d'ailleurs que des mesures préservatrices locales (protection d'un village, de points d'eau, de gués au passage d'une route fréquentée, etc.), et il faudra toujours compter sur le rayonnement plus grand des mouches en hivernage; mais des mesures plus efficaces, qui seraient liées à la destruction absolue du gros gibier dans les zones fréquentées par les Glossines ou à un déboisement total, ne sauraient être préconisées dans la pratique.

ZOOLOGIE. — *Sur les particularités relatives au mode de fixation du Crustacé* Gnathia Halidaii. Note de M. L. **Boutan**, présentée par M. Yves Delage.

Dès l'année 1881, M. Yves Delage [1] avait signalé dans les environs de Roscoff, sur les bords de deux petites rivières bourbeuses, celle de Penzé et celle de Morlaix, des gisements très abondants dans les couches de vase solidifiées de ces curieux Isopodes. Il avait étudié leurs mœurs et leurs particularités biologiques et constaté, par lui-même, que leurs formes lar-

[1] Yves Delage, *Circulation des Édriophthalmes* (*Archives de Zoologie expérim. et génér.*, t. IX).

vaires « pranize » vivaient en parasites sur les plies de ces rivières, comme l'avait signalé Hesse [1] pour *Gnathia formica* dans la rade de Brest. J'ai profité de mon séjour au laboratoire de Roscoff pour étudier les particularités du mode de fixation de la larve pranize :

Première expérience. — Des femelles adultes abritant des larves pranizes à un état avancé (femelles de couleur gris sale ou gris perle) sont placées, après avoir été conservées dans de la vase légèrement humide, dans un petit aquarium plein d'eau de mer, ce qui provoque la sortie des larves. Une petite plie, bien vivante, est introduite ensuite dans la cuvette. Le poisson cherche immédiatement à se dissimuler sur le fond et demeure immobile. Les jeunes larves pranizes, très agiles, se précipitent et l'assaillent de toute part.

La plie, sous l'influence des piqûres, manifeste un état d'agitation extrême, se secoue et nage dans tous les sens.

Quand l'expérience est bien réussie, on trouve plus d'une centaine de parasites fixés, aussi bien sur la face ventrale que sur la face dorsale.

Si l'on examine au microscope une plie ainsi infestée et plongée brusquement dans un fixateur énergique, tel que le sublimé acétique bouillant, on constate que la tête de la larve est terminée par une pointe aiguë et incurvée qu'on est tenté de regarder comme un rostre, mais qui est, en réalité, un organe complexe, formé, seulement à la base, par le rostre et constitué à son extrémité par l'ensemble des pièces de la bouche. Ce complexe buccal (mandibules denticulées + appendices styliformes) est l'organe de pénétration dans la peau du poisson et il est maintenu en place par les crochets des pattes-mâchoires (paire de crochets très acérés) situés au niveau de l'organe de pénétration. Ni le rostre, trop court, ni les antennes rejetées de chaque côté, ne prennent part à la fixation.

Les pattes ambulatoires (antérieures dirigées en avant, postérieures en arrière) ne jouent qu'un rôle secondaire et les jeunes pranizes peuvent flotter librement sur la peau, retenues seulement aux téguments par l'organe de pénétration et les crochets des pattes-mâchoires.

Deuxième expérience. — Un certain nombre de jeunes plies sont placées pendant une huitaine de jours dans une cuvette à courant d'eau de mer, sans être spécialement nourries.

Si l'on jette dans le récipient des femelles de *Gnathia Halidaii* remplies d'œufs où n'abritant que de très jeunes larves, elles sont immédiatement dévorées par les plies. Si l'on jette dans le récipient des femelles abritant des larves âgées, elles sont, égale-

---

(1) *Gnathia formica*, la forme décrite par Hesse, me paraît identique à *Gnathia Halidaii* (Sp. Bate et Westwood).

ment, attaquées par les plies, mais les larves libérées attaquent à leur tour et se fixent immédiatement sur les téguments du poisson (jamais, à ma connaissance, sur les branchies).

Des observations faites à l'aide des deux expériences précédentes il résulte que les *Gnathia Halidaii* se fixent à un stade larvaire très jeune sur leur hôte poisson. Peuvent-elles se fixer de même à tout âge?

J'ai essayé de le vérifier, en récoltant des pranizes de tailles variées, qu'on trouve en abondance sur le bord de la rivière Penzé mélangées avec les adultes, et en les plaçant dans le même récipient que les plies. Malgré tous mes efforts, je n'ai obtenu aucune fixation.

Il serait imprudent de tirer une conclusion absolument ferme d'une observation négative; cependant, il est intéressant de noter que si les pranizes ne se fixaient normalement qu'à un stade jeune sur les poissons et ne cherchaient plus à les parasiter dès qu'elles ont adopté l'habitat de la vase littorale, on s'expliquerait facilement la différence de taille qui existe entre les adultes d'un même sexe et que G. Smith [1] a étudiée avec beaucoup de soin dans un récent Mémoire sur *Gnathia maxillaris*.

Ces différences de taille, si faciles à constater particulièrement chez les mâles, seraient dues, non pas à l'âge ou à la formation de races pygmées, mais à une simple différence de régime.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

---

(1) Geoffrey Smith, *Metamorphosis and Life history of Gnathia maxillaris* (*Mit. aus der zool. Station zu Neapel*, 1904).

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 octobre 1911.

Icones mycologicæ ou *Iconographie des Champignons de France, principalement Discomycètes*, avec texte descriptif, par Émile Boudier, Correspondant de l'Institut; 600 planches coloriées, t. IV. Texte descriptif. Paris, Paul Klincksieck, Léon Lhomme, successeur, 1905-1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Introduction à l'étude de la Spectrochimie, par G. Urbain, avec 70 figures dans le texte et 9 planches. (Leçons professées à la Faculté des Sciences de l'Université de Paris.) A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Inventaire général des richesses d'Art de la France. Province. Monuments civils. Tome IV : *Statues historiques.* (Publié par le Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts.) Paris, Plon-Nourrit et Cie, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Département de l'Eure. *Rapport du Conseil départemental d'hygiène publique et de salubrité, et des Commissions sanitaires;* année 1910. Évreux, Paul Hérissey, 1911; 1 fasc. in-8°. (20 exemplaires, adressés par M. le Préfet de l'Eure.)

L'attelage automatique de MM. Charles et Louis Floquet. Charleville, impr. Georges Lenoir, 1911; 1 fasc. in-8°.

Aerial navigation, by Capitaine Mueller. Los Angeles, 1911; 1 fasc. in-8°.

Venticinquesimo anniversario della fondazione del l'Istituto agrario de Scandicci. Onoranze al Conte Comm. Professore Napoleone Passerini, Senator del Regno. Pistoia, G. Simonti, mai 1910; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 18 septembre 1911.)

Note de M. *Edmond van Aubel*, Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite :

Page 568, ligne 11 en remontant, *au lieu de* 98°,55, *lire* 98°,5.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 OCTOBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. LIPPMANN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie que le Tome I des *Procès-verbaux des séances de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut national des Sciences et des Arts* (*an IV-an VII*), publiés par MM. les Secrétaires perpétuels, est en distribution au Secrétariat.

M. **Haller** s'exprime en ces termes :

Dans la séance du 18 septembre dernier, l'Académie m'a fait l'honneur de me déléguer pour assister à l'inauguration du monument d'Avogadro, érigé sous les auspices de l'Académie royale des Sciences de Turin. La commémoration du Centenaire de la publication du célèbre Mémoire de l'illustre savant eut lieu dans la matinée du 24 septembre, sous la présidence de Sa Majesté le roi d'Italie, au siège de l'Académie. L'inauguration du beau monument en bronze du grand physicien eut ensuite lieu, place de la Citadelle, à 3^h de l'après-midi, encore sous la présidence de Sa Majesté.

L'accueil réservé au délégué de l'Académie a été particulièrement cordial, à la suite de la remise de l'Adresse envoyée en votre nom et du discours qu'il a prononcé. C'est dans les termes les plus touchants que M. le professeur Guareschi, président du Comité d'organisation, M. Tacconis, adjoint de la ville de Turin, et M. Sclopsis, président du Congrès de Chimie appliquée, ont, au cours des fêtes données à cette

occasion, exprimé leur gratitude envers notre Compagnie pour avoir bien voulu déléguer un de ses membres.

En souvenir de cette participation, M. le président Guareschi m'a chargé de remettre à l'Académie un exemplaire de la médaille d'Avogadro frappée à l'occasion de l'inauguration.

BOTANIQUE. — *Sur le* Peridiniopsis asymetrica *et le* Peridinium Paulseni. Note de M. L. MANGIN.

Les Péridiniens que je propose de désigner ainsi sont actuellement décrits sous le nom de *Diplopsalis lenticula* Bergh. Dans une précédente Communication, j'ai fourni déjà quelques indications sur ces algues; je me propose, par la présente Note, de compléter et de rectifier les données déjà exposées.

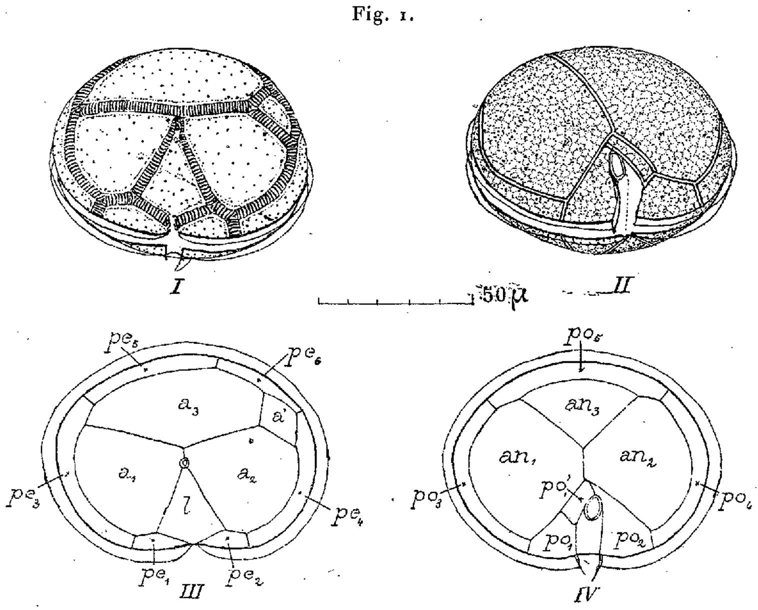
Le dénombrement et l'agencement des plaques de la cuirasse, si utiles à connaître pour la distinction des espèces, sont souvent difficiles à discerner. On peut supprimer les difficultés de l'observation en soumettant, comme je l'ai déjà fait connaître, les individus à l'ébullition dans une dissolution de potasse à 5 pour 100 en présence des réactifs colorants; par ce traitement suffisamment prolongé, les matières azotées sont solubilisées et les cuirasses isolées se désarticulent plus ou moins facilement. Les espèces qui font l'objet de cette Note se dissocient ordinairement en trois parties: la ceinture transversale d'une part et, d'autre part, les deux valves apicales et antapicales qui se disposent comme deux verres de montre et reposent, soit sur la partie convexe, soit sur la face concave. Dans cet état, la pression seule de la lamelle couvre-objet les aplatit en séparant les plaques, de cette manière, il est très facile de compter le nombre de celles-ci et d'observer leur arrangement; malheureusement, il devient impossible d'orienter les valves ainsi dissociées et l'on s'expose à des erreurs qui ne peuvent être notifiées que par l'examen attentif des individus entiers. Malgré cet inconvénient, la méthode est précieuse pour la recherche et la caractéristique des Péridiniens.

Peridiniopsis asymetrica, n. sp. — Cette espèce, qui correspond au *Diplopsalis lenticula* type de Bergh, présente normalement une asymétrie constante résultant de la présence, dans la région apicale, d'une plaque apicale supplémentaire *gauche* chez la plupart des individus et de six plaques prééquatoriales (*fig.* 1, I et III); dans la région antapicale, une plaque postéqua-

toriale droite supplémentaire qui porte à six le nombre des plaques postéquatoriales (*fig.* 1, II et IV).

Les auteurs qui ont figuré le *Diplopsalis lenticula* n'ont pas vu la plaque apicale supplémentaire ou, comme Stein, ont considéré sa présence comme une anomalie; or tous les échantillons que j'ai examinés dans le plancton de l'Atlantique recueilli par M. Anthony, en 1909, dans la croisière du

Fig. 1.



Peridiniopsis asymetrica, n. sp. — I. Individu vu par la face apicale montrant les sutures striées et les plaques couvertes de ponctuations. — II. Individu vu par la face antapicale avec les sutures formées par un double liséré; le réseau est encore très apparent et les ponctuations sont déjà visibles. — III. Valve apicale vue par la partie convexe : *l*, Plaque en losange; a_1, a_3, Plaques apicales; *a'*, Plaque supplémentaire gauche; pe_1, ..., pe_6, Plaques prééquatoriales. — IV. Valve antapicale vue par la partie concave d'un individu anormal; an_3, Plaque antapicale supplémentaire; po_1, ..., po_5, Plaques postéquatoriales.

René, depuis les Sables-d'Olonne jusqu'à Brest, ont présenté la disposition et le nombre de plaques que j'ai signalés. Le genre *Diplopsalis* étant caractérisé par la présence de cinq plaques prééquatoriales, les formes de l'Océan Atlantique doivent être distraites de ce genre pour rentrer dans le genre *Peridiniopsis* créé par Lemmermann pour une espèce d'eau douce, le *P. Borgei*. Je propose de les grouper sous le nom de *Peridiniopsis asymetrica* pour rappeler la dissymétrie constante due à l'existence d'une plaque apicale supplémentaire gauche et d'une plaque postéquatoriale supplémentaire droite, sauf quelques exceptions.

Le grand diamètre transversal oscille entre 64^{μ} et 89^{μ}, le diamètre longitudinal varie de 51^{μ} à 62^{μ} et le rapport $\frac{DT}{DL}$ est compris entre 1,60 et 1,35, mais il peut descendre exceptionnellement, chez les formes âgées, à 1,10.

Les plaques de la cuirasse des individus jeunes, assez fortement colorées, ne laissent pas apercevoir facilement les ponctuations, elles sont parcourues par un réseau dépourvu de côtes saillantes ou d'épines si fréquentes chez d'autres espèces; plus tard, la membrane devient moins colorable, le réseau s'efface peu à peu et les ponctuations sont très apparentes, car avec leurs bords colorés, elles se détachent en foncé sur la teinte claire des plaques. Les sutures sont d'abord étroites et linéaires (*fig.* 1, III, IV), puis elles s'élargissent et prennent l'apparence d'un liséré bleu séparé en deux bandes parallèles par une ligne claire (*fig.* 1, II); plus tard enfin les sutures deviennent très larges et sont parcourues en travers par un grand nombre de stries transversales qui tranchent par leur couleur foncée sur la teinte pâle du reste de la cuirasse (*fig.* 1, I).

Voici la diagnose de cette espèce.

Peridiniopsis asymetrica n. sp. Syn; *Diplopsalis lenticula* Bergh; *Glenodinium lenticula* Pouchet.

Cellulis ellipsoideis, diametro transversali majore 64^{μ}-89^{μ}, longitudinali 51^{μ}-62^{μ}, sulco transversali secus æquatorium sito; regione apicali laminam unam rhomboideam, laminas quatuor apicales [quarum una exigua adjutrix sinistra, laminas sex præ-æquatoriales præbente; regione antapicali laminas sex postæquatoriales æquarum singula adjutrix dextra cum sulco longitudinalis contigua, antapicales duas præbente; laminis lorica prima aetate reticulatis; punctis junioribus vix visibilibus, adultioribus vere conspicuis; suturis primitus linearibus, dein latioribus, sæpius deduplicatis transverseve striatis.

(Océan Atlantique, des Sables-d'Olonne à la baie de Douarnenez, septembre 1909.)

Le *Peridiniopsis asymetrica* présente quelques formes anormales.

1° Une forme sphérique en tout semblable par la disposition et le nombre des plaques à la forme ellipsoïdale typique, ses dimensions sont plus faibles et en même temps plus constantes, le grand diamètre transversal varie de 62^{μ} à $57^{\mu},5$, le diamètre longitudinal de $57^{\mu},5$ à $55^{\mu},5$. Cette forme a été rencontrée aux environs de Lorient et des Sables-d'Olonne en mélange avec le type, mais sans aucun intermédiaire. On pourrait en faire une variété *sphærica* du type.

2° Une forme dextre semblable au type, mais ayant des plaques supplémentaires disposées à l'inverse. Cette forme, dont j'avais précédemment

exagéré l'importance numérique, est en réalité très rare et ne saurait avoir le rôle biologique que j'avais soupçonné [1].

3° Enfin une dernière anomalie est caractérisée par l'existence de trois plaques antapicales au lieu de deux, la plaque antapicale supplémentaire est opposée au sillon longitudinal (*fig.* 1, IV, an_3). Sauf la variété *sphærica* assez répandue, les autres formes anormales sont trop rares pour modifier le type.

Peridinium Paulseni. — Cette espèce correspond au *Diplopsalis lenticula f. minor* trouvée par Paulsen [2] en assez grande abondance dans un fjord des Faeroes. Les individus que j'ai trouvés à diverses reprises depuis 1908 dans le plancton de la rade de Saint-Vaast-la-Hougue ont aussi une forme lenticulaire, mais leurs dimensions sont toujours plus faibles que celles du *Peridiniopsis asymetrica*. La dissymétrie est moins grande et ne se révèle que dans la région apicale qui comprend quatre plaques apicales dont une supplémentaire très petite, le plus souvent située à gauche. Paulsen n'a pas vu que tous les individus possèdent sept plaques prééquatoriales, et cependant il a été frappé des rapports que cette espèce présente avec certains *Peridinium*.

En effet, dans son travail sur les Péridiniens des mers danoises, Paulsen [3] discute la question de savoir si la distinction entre le genre *Diplopsalis* et le genre *Peridinium* est bien fondée. « Si nous comparons la région apicale (du *Diplopsalis lenticula f. minor*) avec celle du *Peridinium orbiculare*, par exemple, nous trouvons à peu près les mêmes plaques. La petite plaque accessoire est devenue plus grande, et il y a deux plaques intercalaires (préequatoriales) de plus. De ces deux plaques intercalaires dépend en ce cas le maintien du genre *Diplopsalis*.... »

Grâce à l'amabilité de Paulsen, j'ai pu examiner les échantillons des îles Faeroes et j'ai constaté que les individus sont semblables pour la taille et la structure à ceux de Saint-Vaast. La seule différence consiste en ce que les échantillons récoltés dans cette dernière région, au mois de juillet 1908, présentaient presque tous des kystes en voie de formation; mais cette différence n'a pas de valeur, puisqu'elle peut être due à une différence de date de la récolte.

---

(1) Il en est de même de la forme dextre du *P. ovatum*.

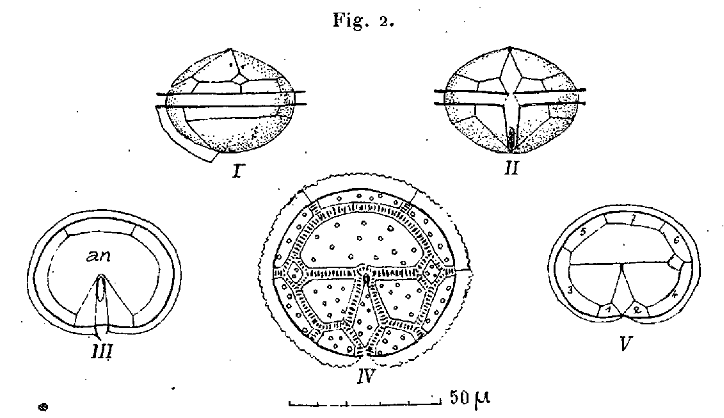
(2) Ove Paulsen, *The Peridiniales of the Danish Waters*.

(3) Paulsen, *loc. cit.*, p. 9.

La présence de sept plaques prééquatoriales (*fig.* 2, V) justifie donc les doutes de Paulsen et éloigne cette espèce à la fois du genre *Diplopsalis* et du genre *Peridinopsis*. Elle doit prendre place dans le genre *Peridinium* à côté du *P. orbiculare*, du *P. cerasus* et du *P. monospinum*.

J'avais d'abord proposé de la désigner sous le nom de *P. lenticulatum*,

Fig. 2.



Peridinium Paulseni, n. sp. — I, II, III, V, Individus normaux: I, Vu latéralement; II, Vu par la face ventrale; III, Valve antapicale avec une seule plaque antapicale *an*; V, Valve apicale montrant la plaque surnuméraire gauche; 1, ..., 7, Plaques prééquatoriales. — IV, Valve apicale d'un individu anormal vue par la face convexe montrant deux petites plaques apicales symétriquement placées et sept plaques prééquatoriales.

mais comme ce terme pourrait prêter à confusion, je dédie cette espèce à Paulsen, qui avait pressenti ses affinités avec le genre *Peridinium*. Voici sa diagnose :

Peridinium Paulseni n. sp. Syn. : *Peridinium lenticulatum* Mangin (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 27) non Fauré-Frémiet; *Diplopsalis lenticula* Bergh, *f. minor* Pauls.

Cellulis ellipsoideis vel sphæricis, diametro transversali majore 35^{μ}-49^{μ}, longitudinali $26^{\mu},5$-30^{μ}, sulco transversali secus æquatorium sito; regione apicale laminam unam rhomboidalem, laminas quatuor apicales quam una exigua adjutrix sinistram, laminas septem preæquatoriales, præbente; regione antapicale quinque postæquatoriales et unicam apicalem; laminis lævibus, coloratis, adultis punctatis; suturis primitus linearibus, dein latioribus et transverse striatus.

(Saint-Vaast-la-Hougue, fjord des Faeroes.)

Le *P. Paulseni* présente aussi des formes anormales : 1° une forme dextre où la petite plaque apicale supplémentaire est située à droite; cette forme paraît plus rare à Saint-Vaast qu'aux îles Faeroes; 2° une forme symétrique par rapport à un plan passant par l'axe du sillon longitudinal (*fig.* 2, IV);

cette symétrie est due à l'existence de deux petites plaques apicales supplémentaires, l'une droite, l'autre gauche, qui, avec les trois plaques apicales, porte à cinq le nombre normal de plaques de la région terminale antérieure.

Il m'a été impossible de vérifier si les espèces de *Diplopsalis* signalées par les auteurs dans la Méditerranée, l'Atlantique et l'Océan Pacifique rentrent dans l'une ou l'autre des espèces nouvelles. Il n'est pas douteux toutefois que le genre *Diplopsalis* ne doive être conservé. Par le genre *Peridiniopsis* et par le *Peridium Paulseni*, il est étroitement relié au genre *Peridinium*. Ces trois genres forment ainsi un groupe très homogène qu'il conviendrait de réunir dans une tribu, celle des *Péridiniiées*, différente des Cératiées dans lesquelles on les range ordinairement.

PARASITOLOGIE. — *Les trypanosomes ont-ils des formes latentes chez leurs hôtes vertébrés?* Note de M. **A. Laveran.**

Pour expliquer comment un certain nombre de trypanosomes échappent d'ordinaire à la destruction, pendant les crises trypanolytiques ou chez les animaux traités, plusieurs observateurs ont supposé que ces parasites avaient, chez leurs hôtes vertébrés, des formes plus résistantes que la forme flagellée ordinaire.

D'après Salvin Moore et Breinl, les trypanosomes pourraient prendre dans la rate une forme latente susceptible de se développer à un moment donné (¹).

Fantham, qui a fait ses recherches sur *Tr. gambiense* et sur *Tr. rhodesiense*, arrive aux conclusions suivantes: Les trypanosomes ont des formes non flagellées qui se trouvent spécialement dans les poumons, la rate et la moelle des os pendant les périodes de décroissance du nombre des trypanosomes dans le sang périphérique.

Les corps non flagellés ou *latent bodies* sont constitués presque uniquement par les noyaux et les blépharoplastes; une grande partie du cytoplasme et les flagelles disparaissent. Les corps latents peuvent se transformer en trypanosomes flagellés quand ils sont placés dans du sang récemment extrait des veines, chaud et non infecté; inoculés à un rat, les corps latents

(¹) J.-E. Salvin Moore et A. Breinl, *Ann. of trop. med. a. parasitol.*, t. I, 1907, p. 3.

de *Tr. rhodesiense* se transforment en éléments flagellés et produisent la trypanosomiase.

Il y a, dans l'hôte vertébré, un cycle de développement des trypanosomes comparable à celui des *Crithidia* dans le canal alimentaire de différents invertébrés; les corps latents sont l'état post-flagellé d'une génération de trypanosomes et l'état préflagellé d'une nouvelle génération. Dans le traitement des trypanosomiases, l'existence des corps latents doit être prise en grande considération; il faudra s'efforcer de découvrir des médicaments capables d'empêcher la formation de ces corps ou de les détruire (1).

J'ai entrepris de vérifier les faits signalés par Salvin Moore, Breinl et Fantham.

Mes recherches ont porté principalement sur des animaux infectés avec *Tr. gambiense;* accessoirement sur des animaux infectés avec d'autres trypanosomes : *Tr. Brucei*, *Tr. dimorphon*, *Tr. Lewisi.*

Avec l'aide d'un de mes élèves, M. Roudsky, j'ai fait de nombreuses préparations par un des procédés suivants :

1° Des frottis minces de la rate, de la moelle osseuse, du foie et du poumon sont fixés à l'état humide par les vapeurs d'acide osmique d'abord (15 à 20 secondes), puis par l'alcool-éther ou par l'alcool absolu; les frottis sont alors desséchés et colorés par mon procédé (bleu de méthylène à l'oxyde d'argent-éosine, tannin) ou avec le liquide de Giemsa.

2° Des frottis minces de la rate, de la moelle osseuse, du foie et du poumon sont fixés, à l'état humide, par le sublimé acétique et colorés à l'hématoxyline ferrique sans avoir été desséchés.

Au sujet de la technique applicable à l'étude des trypanosomes, je dois dire que la méthode des frottis desséchés a été l'objet, dans ces derniers temps, de critiques qui me semblent peu justifiées; on obtient à l'aide de cette méthode, beaucoup plus pratique que celle des frottis humides, d'excellentes préparations, surtout si l'on a soin, avant de dessécher, de fixer à l'aide des vapeurs d'acide osmique; la coloration par les procédés dérivés du procédé de Romanowsky se fait ensuite très bien.

Quatre cobayes infectés avec *Tr. gambiense* (virus de l'Ouganda) ont été sacrifiés en pleine crise trypanolytique et des frottis de la rate, de la moelle osseuse, du foie, des poumons ont été faits aussitôt après la mort. Les résultats de l'examen des préparations peuvent se résumer comme il suit.

Dans les frottis de rate et de moelle osseuse, les trypanosomes ayant un aspect normal sont assez rares. Bon nombre de parasites ont pris la forme sphérique; malgré cette *mise en boule*, ils sont faciles à reconnaître : à côté du noyau, on distingue le centrosome; le flagelle qui s'enroule autour du corps des trypanosomes ou qui se

(1) H.-B. Fantham, *Proceed. of the R. Soc.*, 1911, B, t. 83, p. 212.

colore mal est souvent peu visible. Le protoplasme des parasites qui ressemblent à des *Leishmania* est intact, les contours sont nets.

A côté de ces trypanosomes en boules, on voit des noyaux de trypanosomes libres; ces noyaux sont tout à fait isolés ou bien on distingue, à côté du noyau, le centrosome et des débris du protoplasme. En un mot, on suit toutes les phases de transition entre les trypanosomes typiques, les trypanosomes en boules et les noyaux libres.

A côté des noyaux libres, il n'est pas rare de trouver des flagelles libres. Enfin, les inclusions des noyaux dans les phagocytes sont communes.

Dans les frottis du foie et du poumon, les trypanosomes d'aspect normal sont plus nombreux et les noyaux libres beaucoup plus rares que dans les frottis de la rate et de la moelle osseuse; il est vrai de dire que, dans les frottis du foie et du poumon d'un animal qui vient d'être sacrifié, on trouve surtout du sang.

Chez les animaux sacrifiés en dehors des crises trypanolytiques, alors que les trypanosomes sont nombreux dans le sang, on trouve peu de noyaux libres dans la rate et, au contraire, beaucoup de trypanosomes ayant l'aspect normal comme dans les frottis du foie.

Les recherches faites sur des animaux infectés avec *Tr. Brucei*, *Tr. dimorphon* ou *Tr. Lewisi* et sacrifiés en crise ou en pleine infection, ont confirmé celles que je viens de résumer.

Ces résultats sont conformes à ceux des recherches que nous avons faites, M. Mesnil et moi, sur les formes d'involution de *Tr. Brucei*. Nous avons appelé l'attention sur la mise en boule des trypanosomes qui s'observe toutes les fois que ces parasites se trouvent dans des conditions qui, pour être défavorables, n'entraînent pas immédiatement la mort. Ainsi que nous le faisons remarquer, les trypanosomes qui se sont mis en boules, et qui ne sont plus animés d'aucun mouvement, ne sont pas morts; inoculés à des animaux sensibles, ces éléments donnent lieu à des infections qui ne diffèrent des infections ordinaires que par la durée plus longue de l'incubation (1).

A une phase plus avancée de l'involution, le protoplasme des trypanosomes disparaît et il ne reste des parasites que les noyaux plus ou moins altérés, et les flagelles qui deviennent libres.

Les formes d'involution sont naturellement très nombreuses dans la rate et dans la moelle osseuse des animaux qui sont sacrifiés pendant les crises trypanolytiques; les parasites, atteints dans leur vitalité, devenus immobiles, sont retenus, comme des corps étrangers, dans le réseau vasculaire de la rate ou de la moelle; quelques observateurs ont même supposé, en raison de l'abondance des noyaux libres trouvés dans la rate des animaux infectés

---

(1) A. Laveran et F. Mesnil, *Trypanosomes et trypanosomiases*, Paris, 1904, p. 156.

de trypanosomiase, que ce viscère avait des propriétés trypanolytiques (1).

Hindle, qui a étudié les phénomènes de dégénérescence de *Tr. gambiense* chez les rats traités, constate que le noyau est la dernière partie du trypanosome qui disparaît et il émet l'opinion que ce sont sans doute les noyaux libres qui ont été interprétés comme des corps latents (2).

Mes recherches m'ont conduit à la même conclusion. A la vérité, d'après Fantham, les éléments non flagellés, réduits presque uniquement aux noyaux, pourraient encore se transformer en éléments flagellés typiques, mais les résultats obtenus par Fantham peuvent très bien s'expliquer par le fait qu'à côté des éléments réduits aux noyaux, on trouve d'ordinaire des trypanosomes en boule qui, malgré leur aspect anormal, sont encore vivants et qui peuvent infecter les animaux auxquels on les inocule.

Je crois pouvoir conclure que, pour les trypanosomes étudiés par moi et notamment pour *Tr. gambiense*, il n'y a pas de stade d'évolution non flagellé dans l'organisme des Vertébrés, et que les éléments décrits sous le nom de *corps latents* correspondent à différents stades d'involution des trypanosomes; les premiers stades d'involution n'entraînent pas la mort des parasites qui, placés dans de bonnes conditions, inoculés par exemple à un animal sensible, peuvent être révivifiés; les trypanosomes qui se sont immobilisés et mis en boules dans la rate et la moelle osseuse sont probablement plus résistants sous cette forme que sous la forme ordinaire, ce qui leur permet de jouer, dans une certaine mesure, le rôle que Fantham assigne aux *latent bodies*.

M. **H. Douvillé** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Les Foraminifères dans le Tertiaire des Philippines*.

Le **Prince Roland Bonaparte** dépose sur le Bureau de l'Académie une Note imprimée qu'il vient de publier sous ce titre de : *Fougères récoltées*

(1) E. Sauerbeck, *Zeitschr. f. Hyg. u. Infectionskrank.*, 1906. — A. Rodet et G. Vallet, *Comptes rendus*, 28 mai 1906, et *Arch. de méd. expér. et d'anat. path.*, juillet 1906. Il paraît résulter au contraire de recherches que j'ai faites en collaboration avec M. le Dr Thiroux que la rate n'a pas de propriétés trypanolytiques spéciales (A. Laveran et A. Thiroux, *Comptes rendus*, 1er juillet 1907, et *Ann. de l'Inst. Pasteur*, 1907).

(2) Ed. Hindle, *Parasitology*, 30 décembre 1910.

par M. Alluaud dans l'Afrique orientale en 1908-1909. Dans cette Note, l'auteur donne la liste des déterminations faites par lui des Fougères recueillies par M. Alluaud sur les hautes terres du Kénia, du Kilimandjaro et du Ruwenzori.

CORRESPONDANCE.

M. **Stanislas Meunier** prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Michel Lévy*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Opere scelte di* Amedeo Avogadro, pubblicate della R. Accademia delle Scienze di Torino.

2° Ministère des Colonies. *Documents scientifiques de la Mission* Tilho (1906-1909). Tome II.

3° Observatoire de Bordeaux. *Catalogue photographique du Ciel : Coordonnées rectilignes.* Tome III : Zone + 14° à + 16°.

4° *Sur la Flore dévonienne du bassin de la Basse-Loire*, par M. Ed. Bureau. (Présenté par M. R. Zeiller.)

5° *Die Flora der Trinil-Schichten. — Monographie der fossilen Flora der Pithecanthropus-Schichten. — Weltrichia und die Bennettitales. — Pagiophyllum Weissmanni im unteren Hauptmuschelkalk von Würzburg. — Ueber einen Fall von Bakterien-Plasmoptyse*, par M. Julius Schuster. (Présenté par M. R. Zeiller.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étoile variable des Pléiades.* Note [1] de M. **G.-A. Tikhoff**, présentée par M. H. Deslandres.

Au cours de mes recherches photométriques sur les Pléiades, j'ai reconnu que l'étoile ($Æ = 3^h 42^m 50^s,4$ et $\text{D} = 23° 13',1$), d'un rouge très prononcé, subit certainement des variations très sensibles d'éclat.

---

[1] Présentée dans la séance du 25 septembre 1911.

Or, j'ai appris depuis que M. Gaultier (*Bulletin de la Soc. astron. de France*, 1900 et 1901) avait déjà classé cette étoile (n° 205 de son Tableau) parmi les étoiles présumées variables, et que même elle était celle du Tableau qui a les variations les plus grandes. D'ailleurs j'ai déjà remarqué (*Mittheilungen* de l'Observatoire de Poulkovo, n° 40, 1910, p. 39) que la période de variation de cette étoile devait être longue.

J'ai pu l'étudier sur 34 épreuves, dont 21 ont été obtenues par M. Kostinsky, 5 par M. Gaultier et 8 par moi-même. Les éclats ont été mesurés avec 8 étoiles voisines de comparaison, non présumées variables et ayant la même distribution des intensités dans leur spectre; ils sont relevés dans le Tableau ci-après :

Numéro d'ordre.	Numéro de l'épreuve.	Année.	Date.	Jours écoulés de la période julienne.	Nombre de périodes entières écoulées après la première observation (n).	241 3467 $+n.565$.	=V-VII (T).	Grandeur de la variable (M).
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
				ÉPREUVES DE M. KOSTINSKY.				
	Série A.			241		241		
1	2	1895	Sept. 30	3467	0	3467	0	11,22
2	19	»	Nov. 25	3523			56	11,26
3	31	1896	Janv. 20	3579			112	11,46
4	37	»	Févr. 1	3591			124	11,36
5	44	»	Févr. 6	3596			129	11,36
6	107	»	Oct. 1				367	10,95
7	138	»	Nov. 11	3875			408	10,82
8	350_a	1899	Sept. 13	4911	2	4597	314	11,34
9	518_b	1901	Sept. 9	5637	3	5162	475	10,95
10	536	»	Sept. 23	5651			489	10,96
11	581	1902	Févr. 14	5795	4	5727	68	10,77
12	862	1906	Mars 24	7294	6	6857	437	10,96
13	919	»	Oct. 24	7508	7	7422	86	10,86
14	920	»	» »	»			86	11,00
15	921	»	» »	»			86	10,92

Numéro d'ordre.	Numéro de l'épreuve.	Année.	Date.	Jours écoulés de la période julienne.	Nombre de périodes entières écoulées après la première observation (n).	241 3467 +n.565.	=V-VII (T).	Grandeur de la variable (M).
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
Série B.								
16	266	1910	Oct. 16	8961	9	8552	409	10,92
17	273	»	Oct. 28	8973			421	10,83
18	276	»	Nov. 1	8977			425	10,75
19	298	1911	Janv. 23	9060			508	10,77
20	299	»	Janv. 27	9064			512	10,79
21	307	»	Févr. 26	9094			542	10,78
			Épreuves de M. Gaultier.					
22	1	1895	Déc. 21	3549	0	3467	82	11,03
23	2	1897	Févr. 6	3962			495	10,34
24	3	1898	Janv. 25	4315	1	4032	283	11,73
25	4	1899	Janv. 14	4669	2	4597	72	11,14
26	5	»	Nov. 10	4969			372	11,10
			Épreuves de M. Tikhoff.					
27	187	1908	Janv. 21	7962	7	7422	540	10,88
28	193	»	Févr. 14	7986			564	10,89
29	326	1909	Sept. 18	8568	9	8552	16	10,77
30	564	1911	Févr. 27	9095			543	10,84
31	569	»	Févr. 28	9096			544	10,76
32	588	»	Mars 21	9117	10	9117	0	10,84
33	634	»	Août 22	9271			154	11,25
34	637	»	Août 26	9275			158	11,22

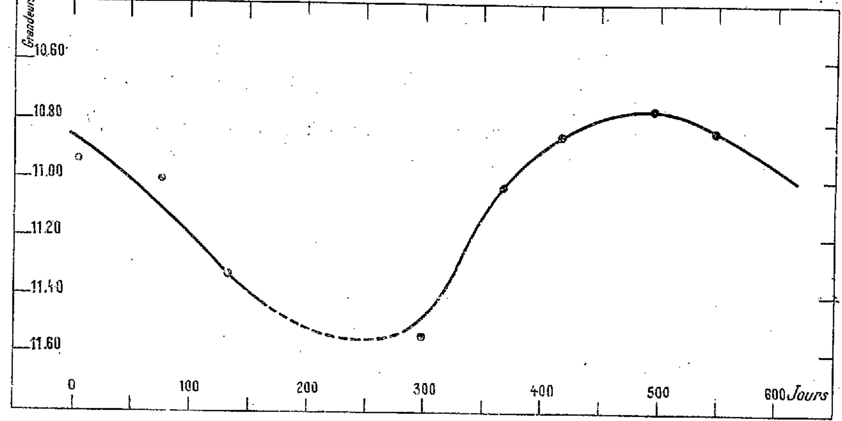
Après avoir porté les nombres des colonnes V et IX sur le papier quadrillé, nous avons remarqué qu'il y a lieu de placer deux maxima bien nets de la variable aux jours 241 3960 et 241 6040 de la période julienne.

Quant aux autres points, ils ont fait voir qu'il y a neuf périodes écoulées entre ces deux maxima. Donc, en divisant 5080 jours par 9, nous avons obtenu la période de 565 jours. Ayant ensuite ramené, au moyen de ce nombre, toutes les observations à une seule période, nous avons trouvé que tous les points se placent plus ou moins régulièrement sur une courbe. La réduction des observations à cette période de 365 jours est donnée dans les colonnes VI, VII et VIII du Tableau précédent.

En nous servant des données des colonnes VIII et IX, nous avons ensuite formé les points normaux que l'on trouve dans le Tableau et sur le dessin qui suivent :

N° d'ordre du point normal.	Observations entrées.			Points normaux.	
	N°s	T.	M.	T.	M.
I	1	0	11,22		
	32	0	10,84	5	10,94
	29	16	10,77		
II	2	56	11,26		
	11	68	10,77		
	25	72	11,14		
	22	82	11,03	77	11,00
	13	86	10,86		
	14	86	11,00		
	15	86	10,92		
III	3	112	11,46		
	4	124	11,36		
	5	129	11,36	135	11,33
	33	154	11,25		
	34	158	11,22		
IV	24	283	11,73	298	11,54
	8	314	11,34		
V	6	367	10,95	370	11,02
	26	372	11,10		
VI	7	408	10,82		
	16	409	10,92		
	17	421	10,83	420	10,86
	18	425	10,75		
	12	437	10,96		

N° d'ordre du point normal.	Observations entrées. Nos	T.	M.	Points normaux. T.	M.
VII	9	475	10,95		
	10	489	10,96		
	23	495	10,34	496	10,76
	19	508	10,77		
	20	512	10,79		
VIII	27	540	10,88		
	21	542	10,78		
	30	543	10,84	547	10,83
	31	544	10,76		
	28	564	10,89		



Comme on le voit, la courbe manque absolument de points pour 120 jours aux environs du minimum, et c'est pourquoi nous l'y avons tracée au pointillé.

Le dernier maximum de la variable a eu lieu vers le 10 janvier 1911; et, par conséquent, pour calculer les époques des maxima, on peut se servir provisoirement de la formule suivante :

$$1911 \text{ janvier } 10 \pm 565\,E,$$

où E représente un nombre entier quelconque.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Quénisset (1911 f), faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de* $0^m,33$ *d'ouverture)*. Note de M. P. **Chofardet**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Besançon.	ΔⱯ.	ΔⱣ.	Nombre de compar.	Ɐ apparente.	Log. fact. parallaxe.	Ᵽ apparente.	Log. fact. parallaxe.	★
Sept. 26....	10ʰ.42ᵐ.51ˢ	−2ᵐ. 6ˢ,35	+14′.35″,1	6: 8	14ʰ.51ᵐ. 2ˢ,66	9,972	21°. 6′.33″,4	0,729$_n$	1
» 29....	9.51. 7	−5. 8,68	−13.33,9	9:12	15. 5.55,41	9,919	27.16.18,5	0,658$_n$	2

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Ɐ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Ᵽ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1......	7,7	14ʰ.53ᵐ.10ˢ,27	−1ˢ,26	20°.51′.58″,8	−0″,5	2224, A.G. Christiania
2......	8,7	15.11. 4,75	−0,66	27.29.53,6	−1,2	8278, A.G. Helsingfors-Gotha

La comète, estimée de 8ᵉ grandeur, apparaît avec une tête ronde de 3′ de diamètre. Sa nébulosité se condense sensiblement au centre, sans offrir un noyau bien défini. Absence de queue.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation des théorèmes de MM. Picard, Landau et Schottky.* Note de M. **Paul Lévy**, présentée par M. Émile Picard.

D'après un théorème connu de MM. Landau et Schottky, *si une fonction analytique* $f(x)$ *est régulière,* $\neq 0$ *et* $\neq 1$ *pour* $|x| < R$, *et si de plus*

$$f(0) = a_0, \qquad f^{(n)}(0) = n!\,a_n, \tag{1}$$

a_0 *et* a_n *étant des quantités connues, on peut déterminer une limite supérieure de* R.

On obtient un énoncé analogue, en remplaçant les conditions (1) *par les conditions*

$$f(0) = a; \qquad f(\xi) = b \qquad (b \neq a). \tag{2}$$

Pour le démontrer, il suffit d'utiliser un autre théorème de M. Schottky, d'après lequel on a, si $|x| < R$,

$$|f(x) - a| \leqq \varphi\left(a, \frac{|x|}{R}\right), \tag{3}$$

φ étant une fonction convenablement déterminée. Observons d'abord qu'on peut supposer que cette fonction tend vers zéro, en même temps que son second argument. En effet, $f(x)-a$ s'annule à l'origine, et son module est $\leqq \varphi(a, \frac{1}{2})$ sur le cercle $|x| = \frac{R}{2}$; donc à l'intérieur de ce cercle son module est $\leqq \frac{2|x|}{R} \varphi(a, \frac{1}{2})$, limite qui peut remplacer $\varphi\left(a, \frac{|x|}{R}\right)$ dans l'inégalité (3), et qui tend vers zéro avec $\frac{|x|}{R}$.

En donnant alors à x la valeur ξ dans l'inégalité (3), nous voyons que la seconde condition (2) ne pourrait pas être vérifiée, si R dépassait une certaine limite.

Les contours simples C dans le plan des x se divisent en deux catégories, suivant qu'il est ou non possible de déterminer une fonction $f(x)$, régulière $\neq 0$ et $\neq 1$ à l'intérieur de C, et vérifiant les conditions (2). L'existence de la deuxième catégorie résulte de ce qui précède, et celle de la première est évidente. Un contour C étant donné, le problème se pose de savoir à quelle catégorie il appartient. A l'aide d'une représentation conforme, ce problème se ramène au cas où C est un cercle ayant l'origine pour centre. Parmi ces cercles, il en existe certainement un, bien déterminé, de rayon ρ, qui sert de limite commune aux deux catégories; *ce cercle lui-même appartient à la première, et la fonction $f(x)$, qui vérifie à son intérieur les conditions indiquées, l'admet comme coupure.*

Ces résultats peuvent être établis par des procédés élémentaires; il en résulte un procédé nouveau pour établir l'existence de fonctions admettant leur cercle de convergence comme coupure. D'ailleurs, la théorie des fonctions modulaires permet de préciser ces résultats en formant l'expression de ρ; on l'obtient aisément par une méthode analogue à celle qu'a employée M. Carathéodory pour préciser le théorème de M. Landau.

En généralisant le théorème établi au début et celui de MM. Landau et Schottky, j'ai obtenu le résultat suivant :

Soient a et b deux constantes et U_f et V_f deux fonctionnelles vérifiant la condition suivante : lorsque la fonction $f(x)$ tend uniformément vers une constante quelconque α dans une région finie R du plan, l'une au moins des quantités $U_f - a$ et $V_f - b$ est à partir d'un certain instant $\neq 0$; il en est de même si $\frac{1}{f(x)}$ tend uniformément vers zéro dans la région R.

Dans ces conditions, si $f(x)$ est une fonction régulière, $\neq 0$ et $\neq 1$ pour

$|x| < R$, *et si l'on a de plus*

$$U_f = a, \qquad V_f = b, \tag{4}$$

on peut déterminer une limite supérieure de R.

Voici le principe de la démonstration. A cause des conditions (4), $f(x)$ ne peut être ni constamment très grand, ni constamment très voisin de 0 ou 1. Il existe donc dans R une valeur ξ de x pour laquelle $f(x)$ prend une valeur η située dans une région convenablement déterminée du plan, finie et ne contenant pas les valeurs 0 et 1. De même, $f(x)$ ne peut être constamment très voisin de η; il existe donc dans R une valeur ξ' de x telle que $|f(\xi') - \eta| = |\eta' - \eta|$ surpasse un nombre convenablement déterminé. Les conditions

$$f(\xi) = \eta, \qquad f(\xi') = \eta',$$

sont analogues aux conditions (2); on peut donc déterminer une limite supérieure de R. Cette démonstration exige d'ailleurs, pour être rendue rigoureuse, quelques précautions sur lesquelles je reviendrai dans un travail plus complet; j'établirai, en même temps, un résultat nouveau sur l'ordre de grandeur d'une fonction introduite par le théorème fondamental de M. Schottky.

Je termine ici en montrant la généralité du théorème précédent. Les fonctionnelles que l'on a généralement à considérer tendent vers une limite, quand la fonction $f(x)$ tend uniformément vers une limite $\varphi(x)$, sauf peut-être pour certaines déterminations particulières de $\varphi(x)$. Il n'est donc pas très restrictif de supposer que U_f tende vers une limite différente de a, quand $f(x)$ tend uniformément vers une constante α, sauf pour certaines valeurs (α') de α. La seconde condition (4) conduit de même à considérer des valeurs exceptionnelles (α''). Pour que le théorème précédent soit applicable, il suffit que les deux familles (α') et (α'') n'aient aucun élément commun. Ces familles étant le plus souvent des suites finies ou dénombrables, le cas le plus général est celui où elles n'ont aucun élément commun, et où, par suite, l'hypothèse du théorème précédent est vérifiée.

ÉLECTRICITÉ. — *Utilisation des cadres d'orientation en radiotélégraphie pour la réception des trains périodiques d'ondes amorties* (1). Note (2) de M. **A. Blondel.**

Quand les signaux sont formés de trains d'ondes très amorties, il faut tenir compte de l'établissement progressif de chaque train d'onde. Le calcul est alors beaucoup plus compliqué, même en supposant, comme on le fera ici, que le cadre (ou système de deux antennes conjuguées) et le circuit récepteur qu'il excite soient assez parfaitement syntonisés sur l'une des deux longueurs d'onde, que produit tout poste émetteur à excitation indirecte, pour qu'on puisse négliger l'effet de l'autre onde. On peut seulement admettre (3) que la force électromotrice e_0 produite dans l'antenne fictive centrale par l'onde utilisée est la différence de deux exponentielles imaginaires correspondant à deux amortissements différents, caractérisés par les décréments Δ et Δ'. On peut donc écrire

$$e_0 = \eta\mathcal{E} + \eta'\mathcal{E}, \tag{1}$$

en appelant $\mathcal{E}$ l'amplitude maxima, et en posant, pour abréger, $j=\sqrt{-1}$ et

$$\eta = e^{(-\Delta+2\pi j)\frac{t}{T}}, \qquad \eta' = -e^{(-\Delta'+2\pi j)\frac{t}{T}}. \tag{2}$$

En appelant comme précédemment $\pm\xi$ la différence de phase entre l'antenne fictive et chacune des deux antennes réelles, on trouve aisément que les amplitudes des forces électromotrices résultantes du cadre sont, en grandeur et phase (4) :

$$\text{cadres D :} \quad e_1 - e_1 = 2\mathcal{E}\eta\,\mathrm{sh}(\Delta+2\pi j)\xi + 2\mathcal{E}\eta'\,\mathrm{sh}(\Delta'+2\pi j)\xi, \tag{3}$$

$$\text{cadres S :} \quad e_2 + e_2 = 2\mathcal{E}\eta\,\mathrm{ch}(\Delta+2\pi j)\xi - 2\mathcal{E}\eta'\,\mathrm{ch}(\Delta'+2\pi j)\xi. \tag{4}$$

L'effet produit sur le détecteur étant, comme je l'ai dit antérieurement, une fonction F, qui dépend du détecteur, de la force électromotrice, des

---

(1) Cf. *Comptes rendus*, 11 et 18 septembre 1911.

(2) Présentée dans la séance du 2 octobre 1911.

(3) V. Bjerknes, *Wied. Ann.*, t. XLIV, 1891, p. 74; t. LV, 1895, p. 121. — M. Wien, *Jahrb. f. D. T.*, t. I, 1908, p. 462. — Zenneck, *Handbuch der drahtlosen Telegraphie*, 1909, p. 79-81.

(4) Si les antennes ne sont pas verticales, mais représentées par des équations $\pm x = f(z)$, en fonction des hauteurs z, les expressions doivent être elles-mêmes

constantes et des amortissements, il est nécessaire de séparer ici les termes en Δ et Δ' et de considérer deux fonctions F et F' correspondantes. Chaque cadre aura donc une *double* fonction goniométrique :

(5) cadres D : $\operatorname{gon}\theta = \eta \operatorname{sh}(\Delta + 2\pi j)\xi$, $\quad \operatorname{gon}'\theta = \eta' \operatorname{sh}(\Delta' + 2\pi j)\xi$,

(6) cadres S : $\operatorname{gon}\theta = \eta \operatorname{ch}(\Delta + 2\pi j)\xi$, $\quad \operatorname{gon}'\theta = \eta' \operatorname{ch}(\Delta' + 2\pi j)\xi$,

et donnera sur le détecteur un effet complexe de la forme

$$F(2\mathcal{E} \bmod \operatorname{gon}\theta) + F'(2\mathcal{E} \bmod \operatorname{gon}\theta').$$

Appliquons, par exemple, ce qui précède au cas de la méthode de compensation, avec deux cadres à angle droit, et de même type. Soient, comme précédemment : M, N les coefficients d'induction mutuelle de ces deux cadres avec le circuit détecteur, quand on ramène au minimum perceptible le courant du détecteur; ε la force électromotrice correspondante à ce minimum; M', N' les valeurs de M et N pour une seconde position du cadre mobile qui donne le même minimum. Les équations (4) et (5) de ma précédente Note (*Comptes rendus*, 18 septembre) sont remplacées évidemment par les suivantes :

(7) $F[2\mathcal{E} \bmod(M \operatorname{gon}\theta - N \operatorname{gon}\alpha)] + F'[2\mathcal{E} \bmod(M \operatorname{gon}'\theta - N \operatorname{gon}'\alpha)] = \varepsilon$,

(8) $F[2\mathcal{E} \bmod(M' \operatorname{gon}\theta - N' \operatorname{gon}\alpha)] + F'[2\mathcal{E} \bmod(M' \operatorname{gon}'\theta - N' \operatorname{gon}'\alpha)] = \varepsilon$,

en posant, pour abréger l'écriture, $\alpha = \frac{\pi}{2} - \theta$, et en notant que les fonctions F et F' sont positives, si le détecteur intègre l'énergie.

Or F et F' ne sont pas connus théoriquement et ne peuvent même être déterminés empiriquement d'une façon utile, car $\mathcal{E}$ est inconnue au cours d'une observation et varie avec la distance du poste d'observation.

L'élimination de F, F', $\mathcal{E}$ n'est donc plus possible ici, et θ n'est plus calculable par une relation géométrique comme dans les cas antérieurs.

Le problème n'est susceptible que d'une solution approchée dans le cas particulier où les décréments Δ, Δ' sont assez faibles, et la largeur du cadre $2x$ assez petite vis-à-vis de λ, pour qu'on puisse négliger les différences de phase et d'amplitude entre les forces électromotrices e_1 et e_2. Car on est alors en droit de composer e_1 et e_2 comme

---

remplacées par des intégrales de la forme

$$\int_{z_0}^{z_1} 2\mathcal{E}\eta \operatorname{sh}(\Delta + 2\pi j)\frac{f(z)\sin\theta}{\lambda}\,dz + \int_{z_0}^{z_1} 2\mathcal{E}\eta' \operatorname{sh}(\Delta' + 2\pi j)\frac{f(z)\sin\theta}{\lambda}\,dz,$$

pour le type D par exemple. Le calcul devient alors compliqué.

Encore négligeons-nous le début de la période d'établissement de l'oscillation dans le cadre, en supposant que l'onde atteint les deux antennes lorsque e_0 part de zéro, ce qui n'est pas exact; mais l'erreur est assez faible pour que nous ayons quelque droit de la négliger.

dans le cas d'ondes entretenues, à la seule condition d'imaginer que la fonction empirique inconnue F tient compte globalement de la forme et des deux amortissements des ondes reçues par les cadres. Cette solution ne s'applique qu'au type D.

Il convient de remarquer que les deux types de cadres D et S ne se prêtent pas également bien à cette approximation. Il est facile de s'en rendre compte, en calculant les erreurs au moyen des expressions G_D et G_S, γ_D et γ_S, données dans ma précédente Communication. Il suffit de comparer G_D et G_S aux valeurs $2e_0 \cos 2\pi\xi$ et $2e_0 \sin 2\pi\xi$, obtenues dans le cas d'ondes entretenues : pour avoir les erreurs en grandeur des vecteurs, $G_D - 2e_0 \cos 2\pi\xi$ et $G_S - 2e_0 \sin 2\pi\xi$; les angles d'erreurs des phases sont respectivement $\frac{\pi}{2} - \gamma_D$ et $0 - \gamma_S$. Ce calcul, qui se traduit sous une forme géométrique très simple quand on trace la spirale logarithmique correspondante au décrément considéré, conduit aux conclusions suivantes :

Type S. — L'erreur sur le vecteur G augmente de zéro jusqu'à la valeur $2e_0 \operatorname{sh} \Delta\xi$, $y = 2e_0 \operatorname{sh}\left(\frac{\Delta}{4}\right)$, atteinte lorsque $\xi = \frac{\Delta}{4}$ $\left(\text{ou } x \sin\theta = \frac{\lambda}{2}\right.$; ce qui, pour $\theta = \frac{\pi}{2}$, correspond à l'hypothèse $\left. 2x = \frac{\lambda}{2}\right)$. Par exemple, pour $\Delta = 0,4$, $\operatorname{sh}\frac{\Delta}{4} = 0,10$, au lieu de zéro.

L'erreur sur la phase est considérable; car, partant de zéro pour $\xi = 0$, elle atteint $\frac{\pi}{2}$ pour $\xi = \frac{1}{4}$, quel que soit Δ, dès qu'il n'est pas nul.

L'emploi des cadres S n'est d'ailleurs pratique, même en ondes entretenues, que si x diffère peu de $\frac{\lambda}{4}$; car, pour des valeurs x plus faibles et allant en décroissant, l'effet sur le détecteur n'a plus de position d'annulation et son minimum diffère de moins en moins de son maximum.

Type D. — L'erreur sur G reste faible; nulle pour $\xi = 0$, $(\theta = 0)$, elle croît jusqu'à un faible maximum : $\cos\Delta\xi = \cos\frac{\Delta}{4}$ pour $\xi = \frac{1}{4}$. L'erreur sur la phase égale à zéro pour $\xi = \frac{1}{4}$ varie en sens opposé et est maximum pour $\xi = 0$; ce maximum a pour valeur $\frac{\pi}{2} - \gamma_D = \lim \frac{\tanh \Delta\xi}{\operatorname{tang} 2\pi\xi} = \frac{\Delta}{2\pi}$.

En faisant la même hypothèse sur x et Δ que dans le cas S, on trouve sur G une erreur de 0,5 pour 100 et sur $\gamma = 3°40'$. Les erreurs sont beaucoup plus faibles, quand on prend des cadres plus étroits $\left(2x = \frac{\lambda}{8}, \text{ par exemple}\right)$, comme c'est le cas lorsqu'on emploie les longueurs d'ondes usuelles de 300^{mm} à 600^{mm}. L'emploi des cadres, type D, est alors légitime pour toute espèce d'ondes.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre du pôle négatif de l'oxygène.* Note de M. F. CROZE, présentée par M. G. Lippmann.

Le spectre du pôle négatif de l'oxygène découvert par Reitlinger et Külm en 1870, retrouvé par Wülner en 1872, a été décrit en 1879 par Schuster comme formé de cinq bandes dans lesquelles l'intensité décroît d'une façon à peu près symétrique à partir du centre de chacune d'elles, et dont les quatre plus réfrangibles sont comprises entre les longueurs d'onde suivantes : 6010-5960, 5900-5840, 5630-5553, 5292-5205. La cinquième, située dans le rouge, a été mesurée par Schniederfort en 1904 qui la place entre 6412 et 6357. Récemment Sturbing a donné un relevé complet de toutes ces bandes et a montré que les deux bandes de Schuster 5900-5840 et 6010-5960 ne sont en réalité qu'une seule et même bande.

Tel qu'il était connu jusqu'ici et qu'il apparaît dans la belle photographie de Sturbing, le spectre négatif de l'oxygène offre bien l'aspect d'un groupe de bandes régulier : il n'est cependant pas possible de le représenter par la formule ordinaire des spectres de bandes. Le nombre des bandes qui le constituent est d'ailleurs trop petit pour permettre d'établir avec certitude une régularité. J'ai cherché s'il n'y aurait pas des bandes moins réfrangibles qui, à cause de leur faible intensité, auraient échappé aux précédents observateurs.

A cet effet, je me suis servi d'un tube spécialement approprié à l'étude des spectres négatifs. L'électrode négative est constituée par un long cylindre creux. A la pression à laquelle la lueur négative a son intensité maxima elle se présente comme un bâtonnet cylindrique de 3^{mm} de diamètre disposé suivant l'axe de l'électrode. De cette façon il est possible d'observer en bout et par conséquent d'utiliser au mieux la lumière émise.

Grâce à ce dispositif j'ai pu avec des poses de 2 heures seulement obtenir le spectre négatif de l'oxygène dans de bonnes conditions. Outre les bandes déjà connues, j'en ai ainsi obtenu une nouvelle encore moins réfrangible, qui semble comme les autres dégradée vers le violet et qui présente avec elle une parfaite analogie de structure. Comme elles, elle présente deux maxima principaux dont l'un se trouve à 62 angströms à partir du bord le moins réfrangible et l'autre à 96 angströms plus loin. Malgré la faible dispersion de mon spectographe, la définition était assez bonne pour permettre de séparer 11 composantes, qui vraisemblablement sont elles-mêmes

des bandes étroites, et dont voici le relevé avec une estimation approximative des intensités :

i.	λ.	i.	λ.
7	6853,6	6	6751
7	6837	6	6715
7	6826	9	6695,2
7	6809	4	6670
10	6791,3	3	6622 (double)
6	6772	2	6567

Si l'on calcule les différences premières des longueurs d'onde ou des nombres des situations des raies les moins réfrangibles de chaque bande, on obtient les nombres suivants qui présentent des variations considérables, 428, 393, 386, 350, bien que le sens de la décroissance des intervalles soit bien toujours le même conformément à la loi ordinaire. Il semble cependant que l'ensemble de ces cinq bandes pourrait être représenté par le Tableau suivant :

6853	6625	6032		
		5646	5296	4980?

qui est analogue au tableau des bandes de l'azote et dans lequel on trouve des différences secondes constantes 35-36.

Les bandes de l'oxygène qui avaient été décrites par les premiers observateurs comme des raies diffuses, sont bien des bandes véritables dégradées vers le violet. Lorsque le circuit secondaire de la bobine d'induction qui sert à produire la décharge dans le tube est peu inductif, elles restent assez étroites et séparées les unes des autres par des intervalles obscurs. En introduisant dans le circuit une forte bobine de self-induction, j'ai pu voir ces bandes s'étendre sous le violet et se rejoindre complètement. Elles présentent alors dans cette partie extrême un ou deux maxima diffus.

PHYSIQUE. — *Sur la hauteur du son dans les alliages et ses variations en fonction de la température.* Note de M. **Félix Robin**, présentée par M. P. Villard.

I. La *hauteur du son* des métaux varie avec leur nature ; la formule théorique qui relie le nombre de vibrations par seconde au coefficient d'élasticité est, comme on

sait, pour un diapason [1]:

$$N = \frac{1}{2}\,\frac{(1,89255)^2}{2\pi\sqrt{3}}\sqrt{\frac{E}{D}}\,\frac{e}{l^2}$$

(E, coefficient d'élasticité; D, densité du métal; e, épaisseur; l, longueur des branches du diapason).

Il résulte de nos expériences, faites sur des diapasons métalliques, que *dans les aciers*, le chrome élève la hauteur du son, le nickel l'abaisse; la courbe de variations de la hauteur du son présente un minimum pour les alliages à 36 pour 100 de Ni.

II. La hauteur du son en fonction de la température est liée aux propriétés mécaniques du métal par suite de la variation de E, D, e et l. L'influence de la dilatation est faible vis-à-vis de celle de la variation du coefficient d'élasticité.

Dans tous les métaux, cette hauteur s'abaisse quand la température s'élève; la loi de variation pour l'acier au carbone est parabolique comme l'ont indiqué les expériences de Woodruff; dans un court intervalle de température, la courbe représentative peut se confondre avec une droite (loi linéaire des anciennes expériences) $N = N_0(1-\alpha t)$ (où N et N_0 représentent les nombres de vibrations par seconde à t° et à 0°).

Nous trouvons pour α, au cours de recherches sur différents aciers, les valeurs suivantes :

Acier contenant :	α.
0,07 pour 100 de C	98×10^{-6}, de 0° à 70°
	143×10^{-6}, de 200° à 300°
0,89 pour 100 de C	107×10^{-6}, de 0° à 180°
	132×10^{-6}, de 200° à 300°
1 pour 100 de C et 2 pour 100 de Cr.	133 à 144
1 à 2 pour 100 de Si	110 à 130
56, 57 et 58 pour 100 de Ni	119 à 130

L'essai des aciers au nickel a conduit à des résultats très différents [2].

Jusqu'à 27 pour 100 de Ni, α semble croître :

Ni.	α.
25 pour 100	140×10^{-6}
27 pour 100	160×10^{-6}, de 0° à 60°
	350×10^{-6}, de 100° à 200°

(1) Voir les études de MERCADIER, *Comptes rendus*, t. 83, 1876. — KAYSER, *Wied. Ann.*, t. VIII, 1879. — KŒNIG, *Wied. Ann.*, t. IX, 1880. — MICHELSON, *Amer. J. of Sc.*, t. XXV, 1883. — PIERPAOLI, *Att. R. dei Lincei mem.*, t. III, 1901. — WOODRUFF, *Phys. Rev.*, t. XVI, 1903.

(2) Ces alliages nous ont été très aimablement préparés par la Société des Aciéries de Commentry-Fourchambault et Decazeville, et trois des compositions par la Société Le Ferro-Nickel.

puis il décroît et la ligne représentative s'incurve de plus en plus :

	Pour 100.		A l'origine.
Ni.................	28	α.................	122

Les aciers précédents ne sont pas magnétiques à la température ambiante.

Dans l'alliage à 30 pour 100 de Ni (magnétique), la hauteur du son *croît avec la température* jusque vers la température de fin de transformation magnétique du métal (vers 90°), où elle redescend. La courbe représentant le phénomène a une allure parabolique : la tangente à l'origine $N = N_0(1+\alpha t)$ donnerait pour α la valeur 99×10^{-6}.

Vers 29 pour 100 de Ni, à l'apparition des alliages magnétiques (teneur très faible en carbone), la variation est environ moitié plus faible. La courbe représentative a une courbure encore très prononcée; il semble donc que si vers 29 à 29,5 pour 100 de Ni on peut trouver un métal de faibles variations, cette propriété ne doive pas se manifester dans un grand intervalle de température.

Quand la teneur en nickel croît, la courbe monte de plus en plus rapidement pour redescendre à partir de la fin de la transformation magnétique, à une température de plus en plus élevée.

Vers 34 pour 100, la transformation est assez éloignée pour qu'on obtienne sensiblement une droite entre 0° et 350°; la chute de la sonorité empêche d'expérimenter à une température plus élevée.

Entre 36 et 37 pour 100 de Ni, où $\alpha = 180.10^{-6}$, et 54 pour 100, où $\alpha = 120.10^{-6}$ environ, les courbes redescendent progressivement vers leur position habituelle dans les aciers. La hauteur du son croît avec la température, puis décroît aux teneurs plus élevées en nickel; à la teneur de 45 pour 100 de Ni environ, la hauteur du son ne subit que très peu de variations avec la température.

Elle décroît légèrement jusqu'à 140° (diminution de hauteur $\frac{1}{500}$), reste à peu près stationnaire, puis croît nettement à partir de 290°.

Dans la forme parabolique que présentent les courbes de variation de la hauteur du son en fonction de la température, la concavité est tournée vers les températures croissantes quand la hauteur du son croît et *vice-versa*, de sorte qu'au voisinage de 10° la hauteur du son de certains alliages varie peu.

On peut alors considérer comme DIAPASONS (*la* normal) PRATIQUEMENT CONSTANTS AVEC LA TEMPÉRATURE, utilisables en acoustique et en chronographie, ceux qui sont formés des alliages suivants [1] :

---

[1] Teneur en carbone : environ 0,1 pour 100.

Ni(44,5) Mn(2) présente de faibles variations (moins d'une demi-vibration double), de 0° à 50°;

Ni(47) Cr(3), de 0° à 60°;

Ni(42,4) Cr(1,5) de 0° à 100°;

Ni(45), de 0° à 100° et de 180° à 280°.

La valeur de α est alors d'environ 1×10^{-6}.

Les courbes de refroidissement s'écartent des courbes de chauffage d'autant plus que la température de chauffage a été plus élevée et que le recuit des alliages est moins parfait. Les courbes de la hauteur du son au refroidissement sont au-dessous des courbes de chauffage lorsque la hauteur du son croît avec la température, et au-dessus dans le cas contraire.

Ces variations s'expliquent par la croissance du coefficient d'élasticité en fonction de la température pour certaines teneurs en nickel, conformément aux expériences de M. Guillaume. Les courbes obtenues sont analogues à celles qui expriment, d'après cet auteur, les variations du coefficient d'élasticité.

Comme nous l'avons vu à la suite de nos expériences, M. Guillaume avait dans les conclusions de son Ouvrage, *Les applications des aciers au nickel*, prévu l'application des propriétés spéciales de ces alliages aux diapasons et indiqué 28 et 45 pour 100 de Ni comme compositions correspondant probablement à la constance du nombre des vibrations en fonction de la température. On voit que ces prévisions *sont assez exactement* vérifiées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Étude magnétique du rôle de l'eau dans la constitution de quelques hydrates solides.* Note de Mlle **E. Feytis**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (1) j'ai indiqué les raisons qui m'ont engagée à mesurer directement les coefficients d'aimantation spécifique des sels solides plutôt que de les déduire de l'étude de leurs solutions dans l'eau, la loi d'additivité des magnétismes ne paraissant pas suffisamment établie. Tant qu'on opère sur des sels solides anhydres, on est à l'abri de cette cause d'erreur. Mais quand le corps renferme de l'eau de cristallisation, il n'en est plus de même. On ne peut pas toujours déshydrater le sel sans le détruire. On doit donc faire la mesure sur le sel hydraté et tenir compte

(1) *Comptes rendus*, 13 mars 1911.

ensuite de l'eau qu'il renferme. Or, on est volontiers porté à considérer cette eau comme un accessoire de la molécule saline, comme simplement juxtaposée au sel anhydre. S'il en était ainsi, il semblerait qu'on n'eût, pour connaître le coefficient d'aimantation spécifique du sel anhydre, qu'à mesurer celui du sel hydraté et à en retrancher, suivant la loi d'additivité, la part qui revient à l'eau.

Pour savoir si l'on a le droit de procéder de cette manière, il était intéressant de rechercher si la loi d'additivité est applicable ou non au cas des hydrates solides. Dans ce but, des mesures de coefficients d'aimantation spécifique ont été faites sur différents hydrates des sels suivants : sulfates de cuivre, de nickel, de cobalt, de samarium, de gadolinium, tous paramagnétiques.

Dans chaque cas, on a mesuré le coefficient d'aimantation spécifique K (¹) d'un sel cristallisé avec un nombre connu de molécules d'eau. A partir de la valeur K obtenue et en supposant que la loi d'additivité soit applicable, on a calculé le coefficient d'aimantation spécifique du sel anhydre, soit K_c.

D'autre part, on a mesuré directement le coefficient d'aimantation spécifique du sel anhydre, soit K_0.

Pour certains sels examinés, les nombres K_c et K_0 ont été reconnus identiques et par suite la loi d'additivité reconnue applicable.

Pour d'autres, K_c et K_0 se sont montrés différents.

Les résultats ont été particulièrement intéressants dans le cas du sulfate de cuivre.

Le sulfate de cuivre $SO^4Cu.5H^2O$ se déshydrate complètement quand on le chauffe à 250°. Les mesures effectuées sur ce corps et les calculs correspondants ont donné les résultats moyens suivants :

$$10^6 K\ SO^4Cu.5H^2O = +5,9,$$
$$10^6 K_c SO^4Cu = +9,6,$$
$$10^6 K_0 SO^4Cu = +8,6.$$

K_c est ici nettement différent de K_0.

On sait par ailleurs que les cinq molécules d'eau du sulfate de cuivre ne se comportent pas de même sous l'action de la chaleur. A 100° le sel pentahydraté perd quatre de ses molécules d'eau, tandis que la cinquième ne s'élimine qu'à une température plus élevée. On a cherché à voir si la diffé-

(¹) Les mesures magnétiques ont été faites par comparaison avec une solution de chlorure de manganèse étalonnée au laboratoire de M. P. Weiss, à la température de 16°.

rence entre la façon dont se comportent les diverses molécules d'eau au point de vue thermique se manifesterait aussi au point de vue magnétique. Pour cela on a maintenu du sulfate de cuivre pentahydraté à 100° jusqu'à transformation totale en sulfate de cuivre monohydraté. En supposant que la loi d'additivité s'applique aux quatre premières molécules d'eau, on a calculé la valeur du coefficient d'aimantation spécifique du sel monohydraté à partir de celui du sel pentahydraté. Les résultats ont été :

$$10^6 K\ SO^4Cu.5H^2O = +5,9,$$
$$10^6 K_c SO^4Cu.\ H^2O = +8,6,$$
$$10^6 K_0 SO^4Cu.\ H^2O = +8,6.$$

Ainsi les quatre molécules d'eau que le sel perd à 100° se comportent du point de vue magnétique comme de l'eau simplement juxtaposée à la molécule saline. Il n'en est pas de même de la cinquième molécule, puisque le magnétisme observé pour le sel monohydraté est égal au magnétisme observé pour le sel anhydre. La dernière molécule d'eau est complètement dissimulée au point de vue magnétique.

Étant donné ce qu'on sait déjà du rapport du magnétisme avec le degré de dissimulation des constituants des complexes, il ne semble pas douteux que cette dernière molécule d'eau doive être considérée comme de l'eau de constitution.

Ce résultat montre en outre qu'il convient de faire quelques réserves sur la valeur des coefficients magnétiques des sels anhydres déterminés à partir des solutions par application de la loi d'additivité.

Des faits du même ordre se retrouvent dans le cas du sulfate de nickel, mais avec une certaine atténuation. La dernière molécule d'eau d'hydratation y est moins dissimulée que dans le cas du sulfate de cuivre. Enfin la loi d'additivité paraît rigoureuse dans le cas du sulfate de cobalt, de samarium et de gadolinium, ainsi que le montrent les nombres suivants. Il n'y a, dans ces dernières mesures, aucune indication magnétique de l'existence de sels complexes; on n'a point affaire à de l'eau de constitution.

$+K.10^6$.

	Sulfate à $8H^2O$.		Sulfate à $7H^2O$.		Sulfate à $6H^2O$.		Sulfate à $1H^2O$.		Sulfate anhydre.	
	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.	Observé.	Calculé.
Nickel.......	»	»	»	»	15,6	»	24,1	23,8	25,5	27,8
Cobalt.......	»	»	3,5	»	»	»	53,6	53,2	60,8	60,0
Samarium....	2,6	»	»	»	»	»	»	»	3,43	3,39
Gadolinium...	74,7	»	»	»	»	»	»	»	92,6	92,7

En résumé, la loi d'additivité ne paraît devoir être considérée comme sûrement applicable que dans le cas où il s'agit de molécules salines de métaux fortement électropositifs, lesquels, ainsi qu'on le sait, ne donnent pas de sels complexes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la cémentation du fer par le carbone solide.* Note de MM. G. **Charpy** et S. **Bonnerot**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La question de la cémentation du fer par le carbone solide a donné lieu, jusqu'à ces derniers temps, à des expériences contradictoires. Les premiers essais dont nous avons présenté les résultats à l'Académie le 17 janvier 1910, nous conduisaient à conclure, d'accord avec MM. Guillet et Griffiths, que le carbone solide ne cémente pas le fer dans le vide; depuis cette époque, de nouvelles expériences de M. Weyl l'ont conduit à une conclusion opposée. Il nous a donc paru nécessaire de soumettre le problème à de nouvelles investigations; outre qu'il semble difficile d'admettre qu'une question aussi simple ne puisse être résolue expérimentalement d'une façon incontestable, il faut noter que le problème posé est, en réalité, celui de la réaction directe entre corps solides et présente, par suite, un intérêt général.

En reprenant l'examen des divers essais effectués, il nous a paru que les contradictions auxquelles ils conduisent pouvaient provenir de ce que le terme *opérer dans le vide* était insuffisamment précis. Si l'on veut éviter toute ambiguïté, il importe, ainsi que nous l'avons déjà fait remarquer à propos de la réduction des oxydes par le carbone solide, d'opérer dans des atmosphères définies chimiquement et sous des pressions aussi réduites que possible, mais déterminées par des mesures manométriques précises et de chercher l'influence de la variation de pression sur la vitesse de combinaison. C'est dans cet ordre d'idées que nous avons repris de nouvelles expériences sur la cémentation du fer par le carbone solide.

Le carbone employé était du graphite soigneusement purifié. Le métal soumis à la cémentation était de l'acier Martin extra-doux. Le dispositif employé était celui que nous avons décrit dans notre précédente Note et qui permet de comprimer préalablement le carbone entre deux surfaces métalliques sous une pression de 3000 atmosphères et de bloquer par un écrou les pièces ainsi serrées, de façon à assurer le

contact. De plus, nous avons noyé de petites plaques de métal dans l'intérieur même du carbone.

Malgré des chauffages préliminaires prolongés sous pression réduite, il est impossible d'obtenir que le carbone et l'acier ne donnent lieu à aucun dégagement gazeux au cours de l'opération ; mais, en réglant le fonctionnement de la trompe à mercure d'après des mesures fréquemment effectuées au moyen de la jauge de Mac Leod, on peut arriver à maintenir la pression entre des limites déterminées, aussi longtemps qu'on veut.

Les gaz qui forment l'atmosphère raréfiée ainsi obtenue, présentent une composition sensiblement constante; ils contiennent de petites quantités d'azote, de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone. Ce dernier corps, qui intervient à peu près seul comme agent actif de cémentation, représente à peu près le $\frac{1}{3}$ du mélange.

Nous avons effectué ainsi six expériences, qui n'ont donné lieu à aucune anomalie. Nous en résumons, ci-dessous, les résultats; les chauffages successifs étant séparés par des refroidissements, nous avons mis en évidence le temps pendant lequel l'appareil a été maintenu à 950° ou à une température légèrement supérieure, c'est-à-dire dans des conditions où la cémentation est très active.

	Temps pendant lequel la température a été supérieure à 950°.	Pression en millimètre de mercure.	Résultats.
1er essai	12 heures	$< 0^{mm},01$	Cémentation nulle.
2e »	11 »	$0,05 < p < 0,10$	Cémentation nulle.
3e »	38 »	$0,10 < p < 0,3$	Cémentation nulle.
4e »	13 »	$0,04 < p < 1,5$	Cémentation très nette. La plaquette noyée dans le carbone contient environ 0,5 de C.
5e »	15 »	$0,18 < p < 0,45$	Cémentation nulle.
6e »	10 »	$0,50 < p < 1,0$	Cémentation très nette.

Ainsi, on a pu maintenir pendant 38 heures du fer au contact du charbon, à 950°, sans obtenir trace de cémentation, quand on a fait fonctionner la trompe à mercure de façon à maintenir la pression dans l'ordre des 0,1 de millimètre de mercure. Dans les mêmes conditions, mais en ralentissant le fonctionnement de la trompe de façon à laisser la pression dépasser $0^{mm},5$ de mercure, on a obtenu, en quelques heures, une cémentation très nette, produisant dans la plaquette de métal noyée dans le charbon, une teneur moyenne en carbone de 0,50 et, sur les parties massives de métal,

de larges taches superficielles de perlite très facilement caractérisable au microscope.

Cette nouvelle série d'essais, dans lesquels nous avons cherché à multiplier les précautions pour éviter toute erreur, nous conduit donc à conclure que la cémentation du fer par le carbone solide aux environs de 950° est rigoureusement nulle quand on opère en l'absence de gaz susceptibles de réagir sur le carbone et le métal.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un équilibre entre le chlorure chloropentaminecobaltique et le chlorure aquopentaminecobaltique en solution aqueuse.* Note [1] de M. **Robert Pers**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Une solution de chlorure purpuréocobaltique abandonnée assez longtemps à la température ordinaire, passe du rouge violacé au rouge orangé. Une solution de chlorure roséocobaltique, dans les mêmes conditions passe du jaune au rouge orangé.

J'ai étudié cette transformation à la température de l'ébullition avec des solutions de chlorure purpuréo et roséo acidulées par l'acide chlorhydrique afin d'en empêcher la décomposition.

Une solution de chlorure purpuréo portée 10 minutes à l'ébullition et refroidie rapidement, contenait un mélange de chlorure roséo et purpuréo que j'ai pu séparer par cristallisation du chlorure purpuréo et précipitation du sel roséo sous forme d'oxalate.

Or, le chlorure purpuréo possédant un atome de chlore dissimulé, il est possible, en dosant le chlore précipitable à froid dans une solution de chlorure purpuréo et roséo, de calculer la proportion des deux chlorures en présence.

Si l'on porte en abscisses la durée de l'ébullition, et en ordonnées le pourcentage de chlore précipité à froid, on obtient les courbes représentées en I et II. La forme de ces courbes est explicable, si l'on admet qu'il se produit une réaction d'équilibre entre le chlorure purpuréo et le chlorure roséo

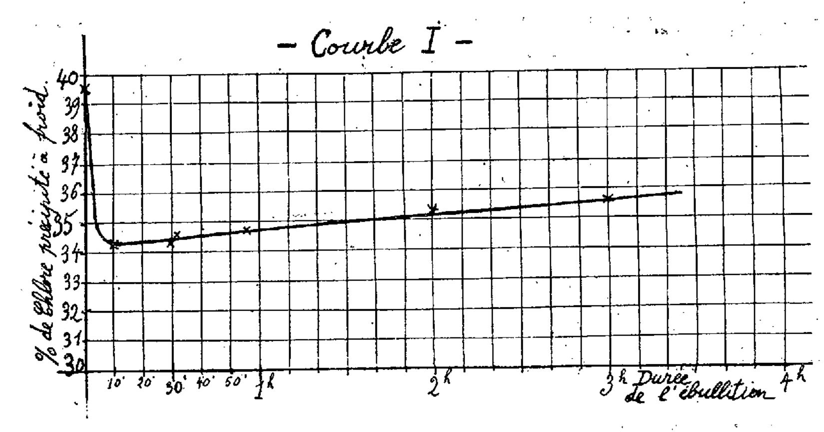
$$[ClCo.5NH^3]Cl^2 + H^2O \rightleftarrows [H^2OCo.5NH^3]Cl^3$$

et qu'en même temps ces deux corps se décomposent en donnant du chlorure de colbalt.

---

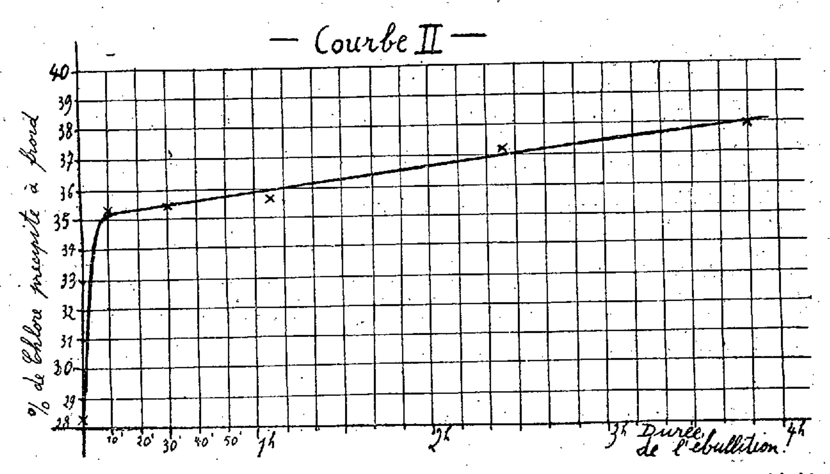
(1) Présentée dans la séance du 14 août 1911.

En effet, une solution de chlorure purpuréo ayant bouilli quelque temps



Chlore précipitable à froid dans une solution acide de chlorure purpuréocobaltique portée à l'ébullition.

donne par l'azotite de potassium un précipité très net d'azotite cobaltico-

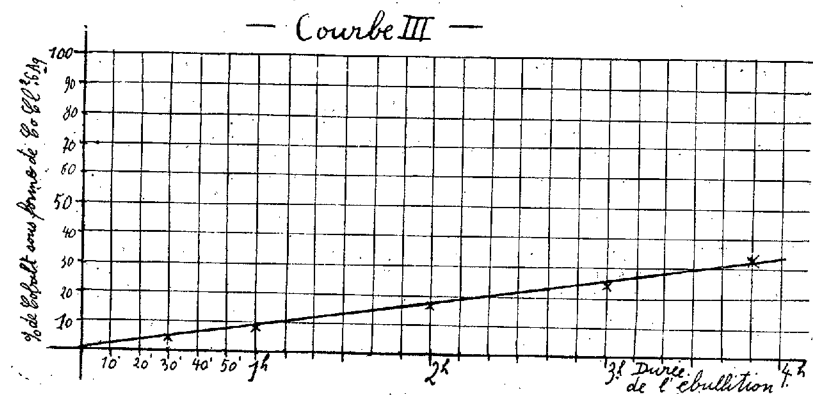


Chlore précipitable à froid dans une solution de chlorure roséocobaltique acidulée portée à l'ébullition.

potassique, ce qui indique une décomposition du chlorure purpuréo (voir courbe III).

Si l'on admet cette superposition des deux réactions et si l'on appelle x la concentration en chlorure purpuréo, après ébullition d'une durée déterminée d'une solution initiale de chlorure roséo, y la concentration en chlorure roséo après ébullition de la même durée, d'une solution initiale de chlorure

purpuréo, A la concentration primitive en chlorure roséo de la première solution, B la concentration primitive en chlorure purpuréo de la seconde solution, on démontre aisément que $\frac{y}{B} : \frac{x}{A} = \frac{K}{K'}$, K et K' étant les coeffi-



Décomposition du chlore purpuréocobaltique en solution acide à la température d'ébullition.

cients de transformation dans la réaction d'équilibre.

Voici le Tableau des valeurs du rapport $\frac{y}{B} : \frac{x}{A}$ pour quelques durées d'ébullition :

Durée d'ébullition.	$\frac{x}{A}$.	$\frac{y}{B}$.	$\frac{y}{B} : \frac{x}{A}$.
10^m	0,3700	0,5120	1,39
30^m	0,3600	0,4950	1,38
1^h	0,3450	0,4725	1,37
2^h	0,3100	0,4370	1,41
3^h	0,2740	0,4020	1,47

On voit que les valeurs de $\frac{y}{B} : \frac{x}{A}$ sont sensiblement constantes. La moyenne de ces valeurs est de 1,40. Donc, s'il n'y avait pas décomposition des deux cobaltamines, elles seraient en équilibre dans une solution bouillante contenant 42 pour 100 de chlorure purpuréo et 58 pour 100 de chlorure roséo, car $\frac{58}{42} = 1,4$.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Caractère apparemment réversible de la réaction de vulcanisation du caoutchouc par le soufre.* Note de MM. **Paul Bary** et **L. Weydert**, présentée par M. A. Haller.

Les expériences poursuivies par l'un de nous, depuis plusieurs années, l'ont conduit à penser que la vulcanisation au soufre se comportait à certains points de vue comme une réaction réversible; nous nous sommes proposé d'étudier les conditions de cette réversibilité.

On sait que le caoutchouc vulcanisé contient toujours un excès de soufre libre. Si le soufre libre est nécessaire au maintien de l'équilibre du sulfure de polyprène, il est évident qu'en enlevant tout ou partie de ce soufre par dissolution à froid, la combinaison se trouvera placée en équilibre instable et en mettant à nouveau l'échantillon à la température de la vulcanisation une partie du sulfure de polyprène devra se dissocier.

Première expérience. — Nous avons pris un échantillon de caoutchouc vulcanisé contenant :

	Pour 100		Pour 100
Soufre total.........	11,04	Soufre combiné (par différence).....	2,59
Soufre libre	8,45		

Ces dosages du soufre ont été faits à l'état de SO^4Ba; un poids de $0^g,9455$ de ce caoutchouc a été épuisé par l'acétone; durée de l'extraction : 7 heures. Tout le soufre libre a été enlevé ($p = 0^g,07945$). Le caoutchouc restant est maintenu à l'étuve à 145° environ pendant 8 heures dans une atmosphère d'acide carbonique pour empêcher l'oxydation et l'on procède à une nouvelle extraction du soufre par l'acétone (poids du soufre enlevé : $0^g,00164$). Ce résidu de caoutchouc est remis à l'étuve pendant 8 heures et l'on procède à une nouvelle extraction (poids du soufre enlevé : $0^g,00152$), et ainsi de suite.

On trouve alors :

	Extrait du soufre combiné pour 100.	Soufre restant pour 100.
Après le premier chauffage...........	6,56	»
Après le deuxième chauffage..........	6,07	6,52
Après le troisième chauffage..........	5,58	6,36

Deuxième expérience. — Nous avons également fait de nombreuses expériences dont les résultats sont aussi concluants, en procédant par dissolution de la gomme. Voici l'une de ces expériences: 100^g de caoutchouc contenant 7,08 pour 100 de soufre total et 3,40 pour 100 de soufre combiné ont été traités par 800^g de xylol à 125° pendant

8 heures; après dissolution, une partie du soufre libre est extraite par osmose [1], le xylol est entraîné par un courant de vapeur d'eau et le caoutchouc restant contient alors 3,54 pour 100 de soufre total et 2,63 pour 100 de soufre combiné; il y a donc eu 22,6 pour 100 du soufre combiné qui ont été libérés.

On constate alors, par la comparaison des chiffres que nous donnons, combien la méthode par dissolution est plus efficace que celle des deux premières expériences, et ce résultat s'explique par l'augmentation considérable de volume et la faiblesse de la pression osmotique que prend le soufre par dissolution dans le xylol.

Ces résultats ont l'apparence d'un phénomène de dissociation; cependant on ne peut se contenter d'exprimer la réaction par l'équation

$$C^{10}H^{16} + S^2 \rightleftarrows C^{10}H^{16}S^2,$$

car, dans cette hypothèse, on aurait un équilibre pour chaque quantité relative de polyprène, de soufre et de sulfure de polyprène, qui serait donné par la loi d'action des masses.

Le calcul appliqué aux expériences montre que la loi ne se vérifie pas, même en faisant toutes hypothèses sur l'existence d'un degré n de polymérisation du caoutchouc $(C^{10}H^{16})^n$ et sur la valeur qui pourrait lui être accordée.

Enfin on sait que le caoutchouc cesse d'être soluble dans la benzine dès qu'une certaine quantité de soufre lui est combiné; il faut en conclure que tout le caoutchouc est combiné à une partie du soufre présent et qu'il existe toute une série de combinaisons de la forme $(C^{10}H^{16})^n S^2$, conformément à l'opinion de M. Weber.

Il y a lieu de retenir les trois faits suivants :

1° Libération du soufre du sulfure de polyprène quand on diminue la pression osmotique du soufre libre;

2° Impossibilité d'appliquer la loi d'action des masses, au moins dans sa forme ordinaire;

3° Insolubilité du caoutchouc dans ses solvants habituels dès qu'il est combiné à une certaine quantité de soufre, même assez faible.

De ces faits nous croyons pouvoir conclure que le caoutchouc, dans son état normal, est polymérisé par soudure entre elles de ses molécules à l'endroit des doubles liaisons; ces molécules forment ainsi des chaînes qui ne

---

[1] P. Bary, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1766.

disposent que de deux doubles liaisons à leurs extrémités pour permettre la fixation du soufre. Pour qu'une quantité de soufre plus importante soit fixée, il faut que les molécules complexes se scindent en molécules plus simples. La vulcanisation du caoutchouc par le soufre est donc toujours accompagnée de sa dépolymérisation.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur les amides hypobromeux.* Note [1] de M. **Étienne Boismenu**, présentée par M. Guignard.

L'acétamide bromé, découvert par Hofmann [2], fut regardé par cet auteur comme un dérivé bromé substitué. Selivanoff [3], qui reprit l'étude de ce composé, le considéra comme un anhydride de l'acide hyprobromeux. Les travaux de Slosson [4], de Lengfeld et Stieglitz [5] de Chattaway et Orton [6] laissaient supposer que les amides bromés prenaient naissance par action de l'acide hypobromeux sur les amides. M. François [7], qui prépara récemment, par combinaison directe de l'acide hypobromeux et de l'acétamide, un hypobromite d'amide identique à l'acétamide bromé hydraté d'Hofmann, démontra l'exactitude de cette hypothèse.

Sur les conseils de M. François, j'ai repris l'étude de l'action de l'acide hypobromeux sur les amides, mais je n'ai pas obtenu d'hypobromites d'amides ; l'acide hypobromeux et l'amide se combinent, avec élimination d'une molécule d'eau, pour donner l'amide hypobromeux correspondant :

$$R-CO-NH^2+BrOH=R-CO-NH-Br+H^2O.$$

Pour l'analyse de ces composés, le brome, qui y est tout entier à l'état actif, a été dosé soit avec la liqueur arsénieuse de Gay-Lussac, soit en faisant tomber la prise d'essai dans une solution aqueuse d'iodure de potassium faiblement acidulée par l'acide acétique et titrant par l'hyposulfite de soude l'iode mis en liberté.

(1) Présentée dans la séance du 25 septembre 1911.

(2) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XV, 1882, p. 407.

(3) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXVI, 1893, p. 423.

(4) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXVIII, 1895, p. 3265.

(5) *American chemical Journal*, t. XV, 1893, p. 215.

(6) *Berichte*, t. XXXII, 1899, p. 3573 et *Chemical Society*, t. LXXIX, 1901, p. 274, 461, 816; t. LXXXI, 1902, p. 814 et 984; t. LXXXVII, 1905, p. 145.

(7) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1909 et *Journal de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXIX, 1909, p. 145.

L'azote a été dosé dans le liquide décoloré par l'hyposulfite. On hydrolyse par ébullition avec l'acide sulfurique et l'ammoniaque est ensuite dosée par la méthode de Schlœsing.

Propionamide bromé. — On prépare ce composé avec l'acide hypobromeux et le propionamide en suivant exactement le mode opératoire indiqué par M. François [1] pour l'acétamide bromé hydraté. Les cristaux blancs sont essorés soigneusement au papier et analysés immédiatement :

	Trouvé.		Calculé pour
	I.	II.	$CH^3-CH^2-CO-NH-Br$.
Br pour 100	51,91	52,12	52,63
N pour 100	9,30	9,26	9,21

Benzamide bromé. — Ce corps est obtenu de la même façon que le précédent, mais en employant une solution de benzamide dans l'alcool à 95°. Le corps légèrement jaune qui se précipite est séché et analysé :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	$C^6H^5-CO-NH-Br$.
Br pour 100	39,53	39,35	39,38	40
N pour 100	6,94	7,04	7,04	7

Acétanilide bromé. — L'action de l'acide hypobromeux sur l'acétanilide semble donner de l'acétanilide bromé, mais l'instabilité de cette substance déjà signalée par Slosson n'a pas permis de l'isoler. Le corps obtenu, purifié par cristallisation dans l'alcool, fond à 165° et se montre identique à l'acétanilide parabromé.

Formamide bromé. — Pour préparer ce composé, j'ai été forcé d'avoir recours à l'action de l'acide hypobromeux naissant sur le formamide.

On met dans un flacon émeri :

Formamide	2g,25
Éther acétique	10cm³

et l'on y ajoute la solution suivante :

Brome	10g
Éther acétique	20cm³

On introduit ensuite, en agitant continuellement et en refroidissant de temps en temps sous l'eau, de l'oxyde d'argent sec, par petites portions. La

(1) *Loc. cit.*

solution filtrée et évaporée sous un jet d'air sec donne des cristaux très blancs qu'on essore au papier et qu'on maintient 5 à 6 jours dans le vide sulfurique. Au bout de ce temps on les analyse :

	Trouvé.				Calculé pour
	I.	II.	III.	IV.	H—CO—NH—Br.
Br pour 100.......	64,10	63,92	63,78	63,74	64,51
N pour 100........	11,22	11,25	11,37	11,31	11,29

Ce composé a été entrevu par Hofmann [1] qui n'a pu en obtenir une quantité suffisante pour l'analyse.

C'est un corps instable, surtout en présence d'eau ; il ne se conserve pas, même dans le vide sulfurique ; il devient rapidement jaune, puis rouge brun. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, l'acétone, l'acide acétique. Il est moins soluble dans l'éther acétique et peu soluble dans le chloroforme, l'éther de pétrole et le benzène. Sa solution aqueuse décolore instantanément l'indigo, décompose l'iodure de potassium, oxyde l'anhydride arsénieux et donne à froid, avec le nitrate d'argent, un louche qui s'accentue avec le temps pour donner finalement un précipité de bromure d'argent ; à chaud, le précipité se forme immédiatement. Le formamide bromé fond à 87°-88° en une huile rouge brun avec dégagement de brome.

Conclusion. — J'ai cherché à préparer des hypobromites d'amides dans le but de les déshydrater pour les transformer en amides hypobromeux. Contrairement à mon attente, la combinaison de l'acide hypobromeux et des amides a toujours fourni d'emblée des amides bromés non hydratés. Dans les amides bromés obtenus, le brome a conservé son caractère hypobromeux et il agit comme tel vis-à-vis de l'indigo, de l'anhydride arsénieux et de l'iodure de potassium.

Les amides bromés sont donc incontestablement des amides hypobromeux.

Dans la série, l'acétamide bromé est seul à exister à l'état hydraté, sous forme de sel hypobromeux.

---

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XV, 1882, p. 752.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouveau dérivé de l'urée, la chlorurée.* Note de MM. **A. Béhal** et **A. Detœuf**, présentée par M. A. Haller.

Wurtz (1) a montré que le chlore sec réagit sur l'urée fondue en donnant de l'acide cyanurique, du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'azote et de l'ammoniaque. Cette réaction constitue le meilleur procédé de préparation de l'acide cyanurique.

Lemoult (2) a étudié les conditions pour l'obtention du meilleur rendement en acide cyanurique. Chattaway (3) a fait réagir le chlore sur l'urée en solution aqueuse fortement refroidie et a obtenu la dichlorurée symétrique. Chattaway et Donald Frédéric Sandys Wunch ont étudié l'action du chlore sur les carbamides substituées et ont trouvé qu'on pouvait remplacer successivement par le chlore tous les atomes d'hydrogène unis à l'azote (4). Ils n'ont pas réussi à obtenir la monochlorurée.

Quand on fait passer un courant de chlore sur de l'urée à froid ou au voisinage de 15° on observe que le chlore est absorbé avec énergie, que la température s'élève et que le mélange devient pâteux. Aussi longtemps que l'on n'a pas fait passer plus d'un atome de chlore pour une molécule d'urée, la masse obtenue dissoute dans l'eau présente les caractères suivants : la solution est incolore, elle possède une odeur rappelant l'acide hypochloreux, elle déplace l'iode des iodures.

Si l'on titre l'iode mis en liberté au moyen de l'hyposulfite, on trouve une quantité de chlore actif égale à celle qu'on a fait passer dans l'urée mise en œuvre ; on trouve, d'autre part, que la solution est acide à la phtaléine du phénol et si l'on titre cette acidité au moyen d'un alcali, les chiffres obtenus montrent qu'il y a une demi-molécule d'acide chlorhydrique pour un atome de chlore actif. Ces deux réactions permettent de concevoir ce qui s'est passé et peuvent être représentées par l'équation suivante :

$$Cl^2 + 2NH^2-CO-NH^2 = NH^2-CO-NHCl + NH^2-CO-NH^2HCl.$$

Il se forme donc 1^{mol} de chlorurée et 1^{mol} de chlorhydrate d'urée dont

(1) *Compte rendus*, t. 24, p. 436.
(2) *Ann. de Chim. et Phys.*, 7e série, t. XVI, p. 360.
(3) *Chem. News*, t. XCVIII, 1908, p. 285.
(4) *Chem. News*, t. XCVIII, 1909, p. 80, 99, 166.

l'acide est titrable directement par la soude en présence de phtaléine.

Nous avons en vain cherché à séparer ces deux produits par l'action des dissolvants organiques; nous avons observé ou bien que les corps étaient attaqués ou que le mélange était insoluble. Mais nous avons réussi, par un procédé très simple, à isoler la chlorurée à l'état de pureté ; le voici :

On ajoute à 60g d'urée 13g d'eau et l'on y fait passer un courant de chlore en refroidissant dans la glace jusqu'à ce que le flacon qui contient l'eau et l'urée ait augmenté d'environ 32g.

Le tout se dissout, la solution est incolore et ne tarde pas à cristalliser. On la refroidit dans le chlorure de méthyle pendant environ 30 minutes et l'on essore dans le vide sur un buchner. Le produit bien essoré est lavé avec une solution de chlorurée préparée antérieurement et l'on exprime à la presse dans du papier. Le produit ainsi obtenu constitue la chlorurée pure; en effet, la solution aqueuse est neutre à la phtaléine; si l'on dissout 0g945 de produit dans 160cm³ d'eau, soit 1 pour 100 de molécule, et qu'on l'ajoute à une solution d'iodure de potassium acidulée par l'acide acétique, on trouve au moyen de l'hyposulfite normal qu'il faut 20cm³ de la liqueur titrée pour amener la décoloration de la chlorurée, le chlore a donc déplacé 2at d'iode. Si l'on prend 100cm³ de la solution décinormale de chlorurée, si l'on y fait passer un courant d'anhydride sulfureux en léger excès, si l'on chasse cet excès par la chaleur, on trouve, en additionnant la liqueur d'acétate de soude et en le titrant volumétriquement par le nitrate d'argent normal en présence de chromate, qu'il faut 10cm³ de cette solution normale pour produire le précipité de chromate d'argent.

Ce titrage nous montre que la chlorurée réagit sur l'acide sulfureux en le faisant passer à l'état d'acide sulfurique en même temps qu'il se fait de l'acide chlorhydrique en quantité théorique.

L'ensemble des deux réactions peut être représenté par les équations suivantes :

$$NH^2-CO-NHCl + CH^3CO^2H + 2KI = NH^2-CO-NH^2 + I^2 + KCl + CH^3-CO^2K,$$
$$NH^2-CO-NHCl + 2H^2O + SO^2 = NH^2-CO-NH^2 + HCl + SO^4H^2.$$

Le chlore de la chlorurée réagit donc comme l'acide hypochloreux.

Le titrage direct de la chlorurée au moyen de l'hypobromite de soude, en faisant la correction habituelle, montre qu'elle répond bien à la formule indiquée.

Propriétés physiques. — La chlorurée fond à 71° en se décomposant ; elle est soluble dans environ cinq fois son poids d'eau à la température ordinaire; sa solution aqueuse étendue est incolore et ne s'altère que lentement. Elle dégage de l'azote, la liqueur devient acide, il se fait du biuret en même temps que de la chloramine qui se décompose à son tour.

Propriétés chimiques. — Nous laisserons pour l'instant de côté l'action sur les produits minéraux et nous étudierons dans cette Note sa façon de se comporter vis-à-vis des corps organiques.

La chlorurée réagit sur les composés saturés soit comme chlorant, soit comme oxydant; dans certains cas les deux réactions peuvent se superposer. Elle peut aussi se comporter comme l'acide hypochloreux; de plus, il se produit dans quelques cas particuliers une combinaison de l'urée ou de dérivée de l'urée avec les corps formés.

Avec les corps non saturés elle donne des produits d'addition soit de l'acide hypochloreux, soit de la chlorurée, et il peut aussi se faire des ruptures par oxydation.

Nous croyons que c'est là un réactif très intéressant parce qu'il agit à froid et surtout parce que au moyen de réactifs très simples, comme nous l'allons montrer, on peut déterminer qualitativement et quantitativement la façon dont il réagit dans la plupart des cas. Généralement son action est progressive et l'on peut savoir le moment précis ou la réaction est terminée par mise en liberté d'iode de l'iodure de potassium.

Si la réaction est oxydante, il se produit la quantité correspondante d'acide chlorhydrique qu'on peut déterminer s'il n'y a pas d'acides organiques en présence par un titrage acidimétrique, en présence de phtaléine, dans le cas contraire, par dosage volumétrique de chlore.

Si la réaction est chlorante le milieu reste neutre; s'il y a fixation d'urée, le produit formé étant insoluble dans l'eau, un titrage à l'hypobromite l'indique immédiatement; si la combinaison formée est soluble dans l'eau on procède de même après l'avoir éliminée par un dissolvant convenablement choisi.

Le brome réagit sur l'urée pulvérisée en l'agglomérant, mais tout le brome est éliminé par un courant d'air.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les édifices hélicoïdaux.* Note de M. P. Gaubert, présentée par M. Wallerant.

M. Wallerant [1] a montré qu'une substance, cristallisant avec un corps possédant le pouvoir rotatoire, pouvait former des sphérolites à

(1) Fred. Wallerant, *Comptes rendus*, t. 143, 1906, p. 555 et p. 1169, et *Bulletin de la Société française de Minéralogie*, t. 30, 1907, p. 43.

enroulement, constituant une nouvelle forme de l'état cristallin qu'il a désignée sous le nom d'*édifice hélicoïdal*. Les expériences ont été faites sur une lame de verre et les sphérolites préparés au moyen de substances fondues, cristallisant par refroidissement. Le but de cette Note est de montrer que ces intéressants édifices cristallins peuvent aussi se produire par évaporation d'une solution.

Acide phtalique hydraté. — Ce corps est remarquable par la facilité avec laquelle il modifie le faciès de ses cristaux sous l'influence de l'absorption des matières étrangères. En faisant cristalliser cette substance sur une lame de verre avec une solution aqueuse de physotigmine altérée, on obtient un liquide très fluorescent (¹) et, en laissant évaporer à sec, des sphérolites à enroulement d'acide phtalique. Les fibres de ces derniers sont plus individualisés que celle des sphérolites obtenus d'une masse fondue, et à leur extrémité libre elles forment parfois un véritable cristal. Ce qui est remarquable c'est que l'enroulement de la fibre se continue dans ce dernier. Les cristaux d'acide phtalique sont monocliniques, l'allongement des fibres est positif et l'enroulement se fait autour de N_g.

Le bleu de méthylène qui agit énergiquement sur la forme dominante des cristaux, empêche l'enroulement. Il se produit des cristaux circulaires ou elliptiques d'acide phtalique dont la forme est due à la variation continue des causes modifiant le faciès du cristal. L'enroulement ne se produit pas non plus avec une solution alcoolique.

Les produits d'altération de l'ésérine doivent posséder le pouvoir rotatoire, puisqu'ils enroulent l'acide phtalique, mais il ne m'a pas été possible de le constater, les corps étant peu solubles dans l'eau et étant en outre toujours colorés.

Acide malique gauche. — Cette substance forme à l'état solide des masses plus ou moins sphériques, ressemblant parfois à des choux-fleurs. L'étude des cristallisations obtenues sur une lame de verre permet de déterminer leur structure.

On observe :

1° Des cristaux en forme de trapèze plus ou moins allongés suivant les bases ; ils sont par conséquent hémiédriques et sont aplatis suivant une face presque parallèle au plan des axes optiques. L'angle d'extinction par rapport aux bases est de 36 degrés

---

(¹) P. Gaubert, *Comptes rendus*, t. 149, p. 852.

environ, et fréquemment l'extinction est roulante; les cristaux sont donc monocliniques ou tricliniques (probablement monocliniques).

2° Des sphérolites à fibres plus ou moins individualisées, qui rappellent parfois la forme des cristaux hémiédriques. Ces sphérolites sont remarquables par le fait que les fibres sont tordues et cette torsion se fait dans un sens à peu près constant, celui de la rotation des aiguilles d'une montre. Il arrive que les fibres sont invisibles en lumière naturelle, mais avec les nicols croisés, on voit que les bras de la croix noire, au lieu d'être droits, sont régulièrement tordus. Donc une fibre est constituée par un grand nombre de petits cristaux, faisant un très petit angle avec le précédent.

3° Des sphérolites à enroulement hélicoïdal, identiques à ceux qu'a décrits M. Wallerant autour de l'indice moyen N_m (¹); aussi les anneaux présentent-ils des teintes de polarisation très différentes correspondant aux axes optiques, aux bissectrices aiguë et obtuse, etc.

On peut obtenir les mêmes sphérolites, par solidification de l'acide malique fondu. Naturellement, si l'on veut observer les anneaux, il faut faire cristalliser une couche très mince.

Certains corps comme les sels d'uranyle, d'après Walden, les combinaisons du tungstène et du molybdène d'après Gernez, augmentent le pouvoir rotatoire de l'acide malique. Il était intéressant de voir si ces corps influencent la forme des cristaux de ce dernier. L'action n'est pas très manifeste, cependant avec le nitrate d'uranyle, on obtient des anneaux plus serrés qu'avec l'acide malique pur, et la formation des sphérolites à branches courbes de la croix enroulée est aussi facilitée.

On est amené à admettre que ces divers faciès des cristaux et des sphérolites sont dus à la présence de matières passant régulièrement dans le cristal. Le corps suivant va fournir un autre exemple.

Sulfo-urée. — L'urée sulfurée peut donner des édifices hélicoïdaux en la faisant bouillir sur une lame de verre, jusqu'à ce qu'elle se décompose légèrement. Par évaporation, il se produit d'abord des sphérolites à enroulement hélicoïdal et finalement des cristaux ordinaires. Une solution pure, non altérée ne donne que ces derniers, qui comme ceux d'acide phtalique hydraté, modifient leur faciès par l'absorption de matières étrangères (²).

(¹) Voir la figure 2, Pl. 2 du Mémoire de M. Wallerant publié dans le *Bull. de la Soc. fr. de Min.*, 1907, et la figure 1, p. 557, t. 143 des *Comptes rendus*.

(²) L'urée sulfurée, fondue sur une lame de verre, donnent des sphérolites à enroulement, avec des anneaux très serrés.

BOTANIQUE. — *Sur le développement de l'embryon chez le* Myosurus minimus *L.* Note de M. R. Souèges, présentée par M. Guignard.

Depuis les recherches de Hanstein (¹), publiées en 1870, le *Capsella Bursa-pastoris* Moench est généralement considéré comme l'exemple classique du développement de l'embryon chez les Dicotylédones. Westermaier (²), en 1876, puis Famintzin (³), en 1879, reprirent l'étude du *Capsella*; ils relevèrent quelques inexactitudes dans les données de Hanstein, sans pouvoir toutefois faire définitivement la lumière sur toutes les questions. Les observations de Kny (⁴) sur le *Brassica Napus* L., celles de Riddle (⁵) sur l'*Alyssum macrocarpum* D.-C., quoique très précises, sont loin d'être aussi complètes que celles des auteurs précédents. Malgré les points demeurés douteux et les lacunes qui subsistent encore dans son histoire, l'embryon du *Capsella Bursa-pastoris* n'a pas cessé de rester, même tel que l'a décrit Hanstein, le type classique du développement embryonnaire chez les plantes dicotylédonées.

L'embryon du *Myosurus minimus* se prête mieux que celui du *Capsella* à l'étude de toutes les phases du développement. On y peut suivre aisément la marche des cloisonnements, qui est très régulière, pour ainsi dire schématique, et assez conforme aux règles générales de la division cellulaire. On y peut assister à la succession des segmentations, aussi bien dans les octants supérieurs que dans les octants inférieurs, reconnaître la véritable origine de la cellule hypophysaire et déterminer exactement la position des trois groupes d'initiales du côté de la tige.

L'œuf fécondé se divise transversalement pour donner deux cellules superposées : la supérieure est la cellule embryonnaire proprement dite, l'inférieure est la cellule du suspenseur. Celle-ci se cloisonne de nouveau trans-

---

(1) J. Hanstein, *Die Entwicklung des Keimes der Monokotylen und Dicotylen* (*Botan. Abhandlungen*, Bonn; 1870).

(2) M. Westermaier, *Die ersten Zelltheilungen im Embryo von Capsella Bursa-pastoris* M. (*Flora*, t. XLXI, 1876).

(3) A. Famintzin, *Embryologische Studien* (*Mém. Ac. impériale des Sc. de Saint-Pétersbourg*, 7ᵉ série, t. XXVI, Saint-Pétersbourg; 1879).

(4) L. Kny, *Wandtafeln*, Taf. X, p. 20 du texte, Berlin; 1874.

(5) L.-C. Riddle, *The embryology of Alyssum* (*Bot. Gazette*, t. XXVI, 1898, p. 314).

versalement. Dans ce proembryon tricellulaire, la cellule de base subit des divisions quelconques, peu nombreuses, et donne naissance au suspenseur proprement dit, court et trapu, jouant un rôle nourricier évident ; la cellule médiane devient l'hypophyse.

Dans la cellule embryonnaire, deux cloisons verticales en croix déterminent la formation des quadrants, puis ceux-ci, se segmentant transversalement, donnent naissance aux cellules-octants. Pendant ce temps, dans l'intérieur de l'hypophyse, deux cloisons verticales rectangulaires ont engendré quatre quadrants hypophysaires.

Il suffit maintenant d'étudier en particulier un octant inférieur, un octant supérieur, un quadrant hypophysaire.

1° Dans l'octant inférieur, la première cloison longitudinale est légèrement courbe et prend insertion sur le milieu de la paroi périphérique pour venir tomber sur l'un des plans méridiens de séparation des octants. Elle engendre deux cellules inégales. La plus grande se segmente la première pour donner une cellule intérieure qui devient cellule de plérome et une cellule extérieure qui, se cloisonnant encore tangentiellement, engendre une cellule de dermatogène et une cellule de périblème. La plus petite se cloisonne aussi tangentiellement et donne de la même manière une cellule de dermatogène et une cellule de périblème.

Le dermatogène ne se cloisonne que radialement comme d'ordinaire ; la cellule de périblème prend des cloisons tangentielles et radiales pour engendrer au moins trois assises d'écorce ; la cellule de plérome se cloisonne d'abord transversalement, puis parallèlement aux plans méridiens pour donner naissance au cylindre central.

2° Dans l'octant supérieur, la première cloison se forme comme dans l'octant inférieur, mais elle s'oriente à angle droit. La plus grande des deux cellules engendrées prend une cloison normale à la précédente. Des trois cellules que comprend, à ce moment, l'octant, celle qui est voisine de l'axe se segmente transversalement pour donner deux cellules superposées qui fonctionnent comme les vraies initiales de l'épiderme et de l'écorce dans cette région.

Celles qui sont éloignées de l'axe prennent une cloison tangentielle qui sépare une cellule épidermique et une cellule sous-épidermique, d'aspect triangulaire. Aux dépens de celle-ci, après deux cloisonnements parallèles aux plans méridiens, naissent, par divisions transversales, les éléments qui déterminent les protubérances cotylédonaires.

3° Le quadrant hypophysaire se divise parallèlement à la surface extérieure de l'embryon et donne un segment interne et un segment externe. Celui-ci, par deux cloisons perpendiculaires l'une sur l'autre, engendre à son tour trois éléments périphériques.

Dans les quatre cellules du quadrant, des divisions tangentielles et radiales se succèdent pour produire la coiffe ; la cellule qui occupe le sommet du quadrant fait partie du groupe des quatre initiales de l'écorce.

4° Le foyer de croissance des cotylédons se trouve, dans l'hémisphère supérieur, au

centre de deux secteurs opposés, parmi les huit qui proviennent des deux cellules périphériques, nées dans chaque octant après le deuxième cloisonnement. De la sorte, le plan de séparation des cotylédons se trouve faire un angle de la valeur du quart d'un angle droit avec le plan méridien de séparation des octants. Chez le *Capsella*, d'après Hanstein, la première cloison verticale qui paraît dans la cellule embryonnaire marque la séparation des cotylédons. D'après Westermaier, au contraire, les cotylédons se développent aux dépens de deux octants opposés. Famintzin n'a pu arriver à se prononcer entre ces deux opinions contradictoires; pour lui, c'est une position intermédiaire qui représenterait le cas général. C'est cette position intermédiaire qui est la règle chez le *Myosurus minimus*; les raisons histologiques, par l'étude du développement de la partie cotylée, en sont faciles à saisir.

En résumé, pour montrer comment se forment les premières cellules dans un type de plante dicotylédonée, le *Myosurus minimus* me semble un exemple meilleur que le *Capsella Bursa-pastoris* ou tout autre Crucifère. Il permet : 1° de se rendre compte facilement de la formation des octants; 2° de reconnaître la véritable origine de la cellule hypophysaire; 3° de suivre la marche des cloisonnements dans l'octant supérieur, aussi régulière que dans l'octant inférieur; 4° de déterminer le nombre et la position des initiales du côté de la tige; 5° de marquer la place exacte des cotylédons par rapport aux plans méridiens de séparation des octants (1).

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Reproduction expérimentale des effets du goudronnage des routes sur la végétation avoisinante.* Note de M. **C.-L. Gatin**, présentée par M. L. Mangin.

J'ai pu montrer récemment (2), par des mesures biométriques comparatives, quelle a été l'influence du goudronnage de la chaussée sur les arbres bordant certaines allées du Bois de Boulogne.

A ce moment, je n'ai pu déterminer quelle était la part qui revenait à l'action des poussières goudronneuses et celle qui revenait à l'action des vapeurs dans la production des phénomènes de rabougrissement observés sur les arbres du Bois.

---

(1) Une étude plus détaillée du développement de l'embryon chez le *Myosurus minimus* L., accompagnée de nombreuses figures, paraîtra prochainement dans le *Bulletin de la Société botanique de France*.

(2) L.-C. Gatin, *Influence du goudronnage des routes sur la végétation des arbres du Bois de Boulogne* (*Comptes rendus*, t. 153, 17 juillet 1911, p. 202-205).

J'ai étudié l'action de poussières, récoltées sur des voies goudronnées, sur les espèces suivantes : sycomore, seringat, noyer, orme, symphorine, groseiller sanguin, rosier « virago ». Ces expériences ont été faites à la Pépinière de Longchamps avec l'aide de M. Fluteaux.

Les feuilles ont été saupoudrées de poussière, au soufflet, une fois par semaine du 1er au 18 juillet, puis deux à trois fois par semaine jusqu'au 15 septembre.

Ce saupoudrage était précédé d'un léger bassinage, et l'opération avait toujours lieu le soir, pour éviter l'action bien connue d'un arrosage en plein soleil; elle était toujours répétée sur le même arbre.

Toutes les plantes ont été atteintes. L'orme et le noyer ont présenté des brûlures sur leurs feuilles. Les jeunes feuilles de l'érable ont été boursouflées ou perforées, les vieilles ont été brunies. Les feuilles du groseiller et celles de la symphorine ont bruni, de même que celles du rosier et du seringat; mais, chez ces deux derniers arbres, les jeunes rameaux traités ont été rabougris, leur croissance a été entravée. Les mesures biométriques, effectuées sur une branche de rosier sain comparativement avec une branche de rosier traité, m'ont donné les résultats consignés dans le Tableau suivant (¹) :

	Pousse non goudronnée.	Pousse goudronnée.
Longueur des feuilles en millimètres	133 [17]	98 [17]
Nombre de folioles	7 [17]	6 [17]
Longueur de la foliole terminale en millimètres	56 [15]	41 [16]
Largeur » » »	28 [15]	25 [15]
Longueur des folioles de la 1re paire	49 [28]	36 [24]
Largeur » »	29 [28]	23 [24]
Longueur » 2e »	38 [31]	28 [32]
Largeur » »	24 [31]	19 [32]
Longueur » 3e »	28 [29]	16 [26]
Largeur » »	13 [29]	10 [26]

Sans préjuger de l'action possible des vapeurs émises, soit au moment de l'épandage, soit plus tard, il est donc possible, à la suite de ces expériences, d'affirmer que la poussière d'une route goudronnée peut produire, seule, sur des végétaux ligneux (²), des dégâts variables, suivant les essences, et

(¹) Les chiffres entre crochets indiquent le nombre des mesures effectuées.

(²) M. Griffon (ce Recueil, t. 151, p. 1070-1073) avait montré que certaines plantes molles sont brûlées par les poussières goudronneuses, mais jusqu'ici la production expérimentale de lésions dues aux poussières goudronneuses, sur des végétaux ligneux, n'avait pu être réalisée.

qui sont de même ordre que ceux qui ont été constatés dans les allées très fréquentées du Bois de Boulogne.

Enfin il résulte d'essais, effectués au Fleuriste de la Ville, que certaines plantes molles, telles que les *Zinnia*, les *Ageratum*, le Géranium lierre et le *Salvia splendens*, paraissent d'autant moins sensibles à l'action des poussières goudronneuses qu'elles sont plus abritées du soleil.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la lumière physiologique chez* Pholas dactylus. Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Henneguy.

Pendant un récent séjour sur les côtes de Bretagne, où abondent en certains points les Pholades dactyles, j'ai pu contrôler l'exactitude de résultats expérimentaux déjà anciens et en obtenir de nouveaux permettant une conclusion définitive chez l'animal qui fournit le plus facilement et en plus grande quantité de la lumière.

Cette lumière prend naissance spontanément dans le liquide qui s'échappe du siphon aspirateur quand on l'excite mécaniquement. Le phénomène lumineux se continue après que le liquide a été privé de la présence de tout élément figuré par filtration.

Au bout d'un temps plus ou moins long, qui peut être abrégé par une température de 35° à 40° et par l'agitation, ce liquide s'éteint. On obtient ainsi un premier liquide obscur A.

On obtient un second liquide obscur également, en portant brusquement la température du fluide lumineux à + 70°.

En mélangeant ce second liquide B avec A, la lumière reparaît.

Dans le liquide A, une substance active a donc survécu à l'extinction et de même dans le liquide B.

La substance active de A est une zymase, dont l'activité est détruite vers 65° définitivement.

Cette zymase est un agent d'oxydation et c'est une peroxydase, car elle peut être remplacée par le peroxyde d'hydrogène à 10-12 volumes ou mieux encore par une parcelle de permanganate de potasse qui, ajoutée au liquide éteint B, lui rend aussitôt sa luminosité première.

Elle peut être isolée par entraînement au moyen du chlorure de calcium neutre, précipité par le phosphate de soude. On l'extrait facilement des

Pholades fraîches par l'*athmolyse benzinique* (¹) au moyen de mon *athmolyseur*.

L'alcool ne convient pas pour sa préparation, parce qu'il précipite à la fois les principes A et B en les altérant.

La substance photogène contenue dans le liquide B, qui donne de la lumière par oxydation indirecte, mais non par action directe de l'oxygène, présente tous les caractères généraux des substances albuminoïdes. Elle se coagule vers + 95° et perd complètement son pouvoir photogène à l'ébullition. L'abondance relative de l'acide phosphorique trouvé dans le liquide où sa décomposition s'est opérée, ainsi que certaines autres réactions, permet de penser qu'il s'agit d'une *nucléoalbumine* : ce qui expliquerait d'ailleurs les observations microscopiques faites sur les cellules des organes glandulaires photogènes.

Cette substance, à laquelle je conserve le nom de *luciférine*, est très instable. On peut la précipiter cependant par la solution aqueuse d'acide picrique sans décomposition *immédiate*. Le précipité, recueilli sur un filtre et délayé dans l'eau, brille avec une parcelle de permanganate de potasse. Ce dernier ne rallume pas le filtrat : il faut opérer rapidement.

La réaction zymasique peut être suspendue par déshydratation et le pouvoir photogène conservé pendant longtemps dans les siphons égouttés et enfouis dans du sucre pilé de manière à obtenir une pâte ferme. Au bout d'un mois, en immergeant un siphon dans l'eau, on obtient encore une belle liqueur lumineuse.

J'ai vainement cherché, jusqu'à présent, la luciférine chez des animaux non photogènes, mais j'ai rencontré la luciférase chez un assez grand nombre de Mollusques et même chez des Crustacés. On la trouve dans le corps de la Pholade dactyle, lequel ne brille pas, et dans son sang. Elle existe également dans le sang d'une petite Pholade non lumineuse : *Barnea* (*Pholas*) *candida*. On allume facilement la luciférine avec le sang des *Solen*, de *Cardium edule*, de *Tapes decussatus* et même avec celui des *Ostrea edulis* et des *Mytilus*.

La luciférine est donc un réactif excellent d'une peroxydase, dont la présence paraît assez répandue.

Tous les agents mécaniques, physiques ou chimiques, qui retardent, suspendent, suppriment ou exaltent la réaction photogénique du liquide lumineux de la Pholade dactyle, agissent de même dans *tous* les autres cas où l'on

(¹) *Sur la biophotogenèse* : Comptes rendus du Congrès de l'AFAS, Toulouse, 1910, et *Athmolyse et athmolyseur* : Ibid., Dijon, 1911.

a constaté la production de la lumière chez des animaux ou chez des végétaux.

Conclusion. — La lumière physiologique est le résultat de l'oxydation indirecte d'une substance albuminoïde, la *luciférine*, par une peroxydase, la *luciférase*.

MÉDECINE. — *Constatation du tréponème dans la syphilis tertiaire du rein, avec dégénérescence amyloïde.* Note de M. G. **Faroy**, présentée par M. A. Laveran.

Observé fréquemment au cours de la syphilis héréditaire du rein et, récemment, par Le Play et Sézary, dans un cas de néphrite syphilitique secondaire, le tréponème n'a pu, jusqu'à présent, être décelé dans les lésions tertiaires de cet organe.

Le fait que nous rapportons est, à notre connaissance, la première constatation de l'agent pathogène de la syphilis dans un rein syphilitique tertiaire.

Il s'agit de pièces recueillies à l'autopsie d'une femme de 34 ans, morte d'amylose rénale et intestinale, et chez laquelle la recherche des antécédents syphilitiques a été négative; on trouva un foie ficelé, scléro-gommeux; deux reins amyloïdes et une gomme de l'estomac du volume d'une grosse noisette (fait assez rare).

L'étude microscopique confirme l'examen fait à l'œil nu et permet, en particulier, de constater que les deux reins sont atteints de dégénérescence amyloïde portant sur les vaisseaux et surtout sur les glomérules. Le tissu fibreux est peu abondant; mais les tubes excréteurs et sécréteurs présentent des lésions profondes de leur épithélium, souvent disparu.

L'observation, jusqu'ici assez banale, est rendue fort intéressante par la mise en évidence de tréponèmes dans les reins, à l'aide de la méthode d'imprégnation argentique de Bertarelli et Volpino : les microorganismes, peu nombreux, souvent atypiques, à tours de spire parfois peu serrés, de formes contournées, pourtant tout à fait caractéristiques par endroits, sont tous localisés dans les tubes sécréteurs, à l'intérieur d'un coagulum tantôt granuleux, tantôt hyalin, qui en occupe la lumière.

Nous n'avons pas pu en trouver un seul dans les cellules épithéliales, dans le tissu conjonctif, dans les glomérules ou dans les parois vasculaires.

Cette morphologie et cette localisation spéciales des tréponèmes rappellent celles que signalent Le Play et Sézary dans leur observation de néphrite secondaire.

C'est là, sans nul doute, la signature bactériologique, dans le rein, de la syphilis tertiaire viscérale; c'est aussi la confirmation microbiologique de la coexistence possible (signalée cliniquement par de nombreux auteurs) de la dégénérescence amyloïde et de la syphilis.

RADIOGRAPHIE. — *Identification, par les rayons X, de cadavres carbonisés.* Note de M. **Foveau de Courmelles**, présentée par M. Branly.

A propos de la catastrophe du *Liberté*, je rappelle ma Communication à l'Institut du 24 mai 1897, lors de l'incendie du Bazar de la Charité : on peut *identifier* maints cadavres carbonisés par la radiographie des os, en connaissant les fractures, ostéites ou autres affections qui font varier la composition minérale de certains points du squelette et qui ont atteint les individus en des régions connues de l'entourage.

Actuellement, avec la radiographie instantanée, la radioscopie, on pourrait examiner rapidement plusieurs os, à la fois même, et avoir un procédé d'identification de cadavres qui seraient autrement méconnaissables.

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides Polychètes rapportés par la seconde Expédition antarctique française* (1908-1910). Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

La collection d'Annélides Polychètes rapportée par le *Pourquoi-Pas?* complète d'une façon très heureuse celle que nous devons à la première expédition antarctique française (1903-1905). Le nombre des espèces s'élève à 51, dont 14 sont nouvelles pour la Science; 4 de ces dernières ne peuvent être rattachées à des genres actuellement connus. Presque tous les exemplaires ont été recueillis par le D[r] J. Liouville; quelques-uns proviennent des recherches de M. L. Gain. Les 51 espèces appartiennent à 43 genres qui se rangent dans 19 familles (20, si l'on considère les Sabelliens comme une famille distincte de celle des Serpuliens, ainsi que le font beaucoup d'auteurs).

Une mention spéciale doit être accordée aux cinq espèces pélagiques

capturées le long de la banquise compacte (latitude 69° 15′ S; longitude 108°5′ W) dans le filet vertical ramené de 950^{m} de profondeur à la surface. Deux d'entre elles sont nouvelles (un Phyllodocien : *Pelagobia Viguieri*, et un Alciopien : *Callizona Bongraini*). Les trois autres ont été décrites antérieurement ; ce sont : un Tomoptérien cosmopolite, *Tomopteris septentrionalis* Quatref. Steenstrup ; un Typhoscolécidé, *Sagitella Kowalewskii* N. Wagner, trouvé en divers points de l'Atlantique, et un curieux Alciopien, *Alciopa antarctica* Mac Intosh, non revu depuis l'expédition du *Challenger* qui en avait pris un seul exemplaire vers le 64e degré de latitude Sud et le 90e degré de longitude Est ; fort loin, par conséquent, de la région parcourue par le *Pourquoi-Pas?*

Grâce aux deux voyages d'exploitation dirigés par M. le Dr J.-B. Charcot, on connaît aujourd'hui, dans l'Antarctique sud-américaine, 73 espèces de Polychètes correspondant à 56 genres qui se classent dans 22 familles. Sur ces 73 espèces, 14 ont été rapportées par le *Français* et par le *Pourquoi-Pas?* Des 59 espèces non communes aux deux expéditions, 21 reviennent au *Français* et 38 au *Pourquoi-Pas?*

Des 24 familles d'Annélides Polychètes vivant sur les côtes de Magellan. 5 n'ont pas de représentant connu dans l'Antarctique (Glycériens, Arénicoliens, Chétoptériens, Sabellariens et Amphicténiens). D'après ce qu'on sait de la faune des îles subantarctiques (Kerguelen, Marion, Heard, Bouvet, Auckland, Campbell, etc.), il est très probable que les recherches futures combleront les lacunes actuelles.

En revanche, il existe 4 familles dont certaines espèces ont été rapportées de l'Antarctique sud-américaine et dont on n'a trouvé aucun type sur les côtes de Magellan (Hésioniens, Alciopiens, Tomoptériens, Typhloscolécidés).

Dans la faune de l'Antarctique sud-américaine, certaines familles (Syllidiens, Térébelliens, Aphroditiens, Serpuliens, Phyllodociens) sont largement prédominantes et comprennent plus des deux tiers des espèces recueillies par les deux expéditions françaises ; des particularités du même ordre s'observent dans la faune annélidienne de la région magellanique.

Parmi les 73 espèces de l'Antarctique sud-américaine, 29 vivent également sur les côtes de Magellan et des îles des mêmes parages (Géorgie du Sud, Falkland) ; 21 existent aussi sur les côtes ou dans le voisinage des îles des mers australes. Quelques-unes ont une aire de distribution fort étendue ou sont mêmes cosmopolites.

Lorsque l'on compare les Polychètes de l'Antarctique respectivement aux espèces des mêmes genres des régions arctiques, on est frappé des analogies

très marquées que présentent certaines espèces des deux régions. Parmi celles-ci, il en est qui ne sont connues que dans les mers arctiques et les eaux antarctiques et que l'on a considérées comme *bipolaires*. Malgré les résultats très importants des nombreuses expéditions scientifiques qui ont sillonné les océans, nos connaissances sont encore fort incomplètes en ce qui concerne la répartition géographique des Polychètes, particulièrement dans le Pacifique.

Il peut être fort imprudent de regarder comme *bipolaire* une espèce que l'on ne connaît actuellement que dans les mers septentrionales et dans l'océan Antarctique. Le cas d'un Maldanien, *Rhodine Lovéni* Malmgren, est tout à fait instructif à cet égard. Jusqu'en ces dernières années, on ne l'avait signalé que sur les côtes scandinaves. La *Southern Cross* l'a dragué en 1900 au cap Adare (Victoria Land), au sud du 71e degré de latitude; le *Pourquoi-Pas?* l'a recueilli à Petermann. Il semblait être une espèce bipolaire typique. Mais le Mémoire d'Ehlers paru en 1908 nous a appris que la *Valdivia* (Tiefsee-Expedition) l'a trouvé sur la côte orientale d'Afrique, non loin de l'Équateur, à 2° 58′ de latitude nord, à 1362^m de profondeur. On doit être plus réservé encore lorsqu'il s'agit d'espèces pélagiques, à la dissémination desquelles les courants superficiels ou profonds, encore si peu connus aujourd'hui, peuvent fortement contribuer.

GÉOLOGIE. — *Sur l'importance de l'Éocène dans la Grèce orientale et sur la découverte du Trias au Laurium.* Note (¹) de M. **Ph. Négris**, présentée par M. H. Douvillé.

L'Éocène occupe dans la Grèce orientale une place importante, qu'on ne lui supposait pas jusqu'à présent ; car le calcaire à Rudistes de cette région, considéré jusqu'à présent comme exclusivement crétacé, renferme, avec les Rudistes, des Nummulites et d'autres fossiles éocènes. C'est ainsi que dans le calcaire à Rudistes, adossé contre le calcaire triasique du mont Géraneia à l'Est, j'ai recueilli, contre la ligne du chemin de fer, au sud de Mégare, un échantillon de calcaire compact jaunâtre renfermant un *Sphærulite*, et tout à côté une belle section horizontale de *Nummulites*. Un peu en amont, dans un calcaire gris bleuâtre, je retrouvai encore un *Nummulite* bien nette. Dans les deux échantillons, il existe encore des

(¹) Présentée dans la séance du 2 octobre 1911.

corpuscules, à peine visibles à l'œil nu, mais parmi lesquels, à la loupe, et sur des surfaces polies, on distingue des *Biloculina*. Encouragé par cette découverte, je fis polir d'autres échantillons à Rudistes de mes diverses excursions et je pus retrouver l'Éocène dans lecalcaire à Rudistes de l'Argolide. Ce dernier est transgressif et discordant sur la série redressée du Kimmeridien et du Crétacé inférieur de Nauplie, découverte par M. Cayeux. Il forme des pustules sur toute les collines de la vallée qui s'étend de Nauplie à Ligurio, et repose, par l'intermédiaire d'un calcaire rouge bréchoïde et d'un tuf serpentineux au-dessous, sur un soubassement de schistes et de grès, qui, dans le ravin de Goumia, présente le conglomérat fossilifère kimmeridien. Dans ce calcaire transgressif, sur la colline de la citadelle de Katchingri, nous avons déjà signalé des Sphærulites, déterminées par M. Henri Douvillé, comme appartenant au Crétacé tout à fait supérieur [Ph. Negris et Const.-A. Ktenas, *Sur le Néocrétacé de l'Argolide* (*Comptes rendus*, 9 décembre 1907)]. Sur un échantillon du même calcaire, prélevé sur une autre colline (celle d'Evangelistria, au-dessus du ravin de Goumia) et poli, je pus reconnaître à la loupe des fragments de *Rudistes* et un fragment de *Nummulite* très net (*N. perforatus*).

Au milieu des nombreuses pustules à fossiles crétacés et éocènes, il existe, cependant, quelques klippes triasiques perçant à travers le Kimmeridien, comme aux environs d'Hagia Moni, et reposant sur des schistes imprégnés de roches vertes, rappelant la roche verte de l'Asklepieion (quartz kératophyre de Carl Renz, diabase de J. Deprat). Un échantillon de ce calcaire triasique, poli, me présenta une belle section de *Thecosmilia clathrata*.

Enfin, à Piada, à l'extrémité orientale de la vallée de Ligurio, dans le profil donné par Philippson (*Der Pelopponès*, p. 38), j'ai observé dans le calcaire inférieur des *Gyroporelles* et des oolithes identiques aux oolithes triasiques de l'Acrocorinthe, et dans le calcaire supérieur, des Rudistes avec les corpuscules des calcaires crétacés-éocènes du mont Géraneia, avec *Biloculina*. Entre les deux formations calcaires se présente une formation rouge de jaspes, de schistes et de calcaires, en grande partie noyée dans un puissant épanchement serpentineux. Cette formation rouge est séparée du calcaire inférieur par une surface de glissement. Il semble que cette formation réponde aux schistes, jaspes et serpentines, observés par Carl Renz plus au Sud, à l'ouest d'Apano Phanari, et rapprochés par ce dernier du Kimmeridien de Nauplie. On aurait dans cette manière de voir, à Piada, les mêmes conditions qu'à l'est de Nauplie.

Si de l'Argolide nous passons au Laurium, nous trouvons ici au-dessus

du terrain cristallin, et reposant sur lui par une formation schisto-marneuse qui manque souvent, un calcaire compact, donné par Lepsius, *avec doute*, comme crétacé: au-dessus de ce calcaire, plus ou moins démantelé, apparaît une formation de schistes avec serpentines. Le tout est recouvert par des pustules calcaires. Nous nous trouvons donc dans les mêmes conditions qu'à l'est de Nauplie, dans l'Argolide : et, en effet, j'ai observé sur un échantillon du calcaire supérieur d'Ergastiria, prélevé au-dessus de Nyctochori, les corpuscules de l'Éocène du mont Géraneia. Nous sommes donc en présence de la transgression éocène du mont Géraneia, de l'Argolide et de la Grèce occidentale (*Comptes rendus*, 27 mars 1911), transgression que nous avons retrouvée aux monts Vardoussa, et qui fait l'objet d'une deuxième Note. D'autre part, le calcaire compact inférieur du Laurium m'a présenté sur un échantillon, poli, prélevé à Plaka, les polypiers déjà observés à l'extrémité nord de l'Hymette, au-dessus du terrain cristallin, par Bittner et C. Renz, et assimilés par ce dernier aux polypiers du Trias supérieur du Parnasse et particulièrement au genre *Thecosmilia*. On reconnaît d'ailleurs dans l'échantillon du Laurium, poli, de nombreuses sections pouvant être rapportées à des Gyroporelles. Les schistes avec serpentines, qui se trouvent entre les deux formations calcaires du Laurium, correspondraient, jusqu'à preuve du contraire, à la formation kimmeridienne de Nauplie.

Les conditions à Athènes ne sont pas différentes : au-dessous des pustules de calcaire supérieur qui recouvrent les collines, apparaît le schiste supérieur; il est encore ici imprégné de serpentine contre le mont Hymette. Au-dessous de ce schiste affleure, au mont Hymette et ailleurs, le calcaire à polypiers triasiques, qui se termine, généralement ici comme au Laurium, vers le bas, par un calcaire jaune. Notons, pour terminer, que le calcaire supérieur, qui remonterait au Laurium jusqu'à l'Éocène, paraît descendre à Athènes jusqu'à l'Angoumien, comme l'a constaté M. C. Ktenas (*Comptes rendus*, 15 mars 1907).

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

ERRATA.

(Séance du 18 septembre 1911.)

Note de M. *Ch. Lallemand*, Sur les déformations résultant du mode de construction de la Carte internationale du monde au millionième :

Page 561, après la ligne 5, en remontant, *ajouter*

$$\text{avec} \quad M = 1 + \frac{3}{4}e^2 + \ldots; \qquad N' = \frac{3}{4}e^2 + \ldots.$$

Page 562, ligne 8, en remontant, *au lieu de* σ_4, *lire* σ.

Page 563, dernière ligne, *au lieu de* en diminuant de $0^{mm},2 \cos l$, *lire* en augmentant de $0^{mm},1 \cos l$.

Page 564, ligne 3, *au lieu de* $y_L = 334^{mm},05\ldots$, *lire* $y_l = 334^{mm},35$.

Page 565, ligne 4, en remontant, *au lieu de*

$$\zeta_{lL} = \frac{1}{2}\varepsilon_{lL} \pm \varphi'_{lL},$$

lire

$$\zeta_{lL} = \frac{1}{2}\varepsilon_{lL} + \varphi'_{lL}.$$

Note de M. *P. Gaubert*, Sur les indices de réfraction des cristaux liquides :

Page 575, ligne 4, colonnes 3, 4, 5 du Tableau, *au lieu de*

1,509-1,508 1,484-1,481 0,023-0,024,

lire

1,509-1,518 1,484-1,489 0,025-0,029.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 OCTOBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

AÉRONAUTIQUE. — *Vitesse de régime des parachutes.* Note de M. Ch. Bouchard.

Admettant que la vitesse de chute est dangereuse pour l'homme quand elle atteint 8 mètres par seconde, admettant aussi que la vitesse de chute dépend du rapport entre le poids P et la projection horizontale S de la surface portante sur laquelle la résistance de l'air exerce son action, j'ai cherché à déterminer expérimentalement un certain nombre de vitesses pour des rapports $\frac{P}{S}$ variant entre 0,4 et 0,1, P étant compté en grammes, S en centimètres carrés. J'ai dû adopter la méthode des mesures directes parce que je savais, par des témoignages autorisés, que pour cet ordre de vitesses, les expériences ont été rares, peu concordantes ou contradictoires, et qu'elles ont, le plus souvent, été faites par les méthodes indirectes. Je savais, d'autre part, que le calcul de ces vitesses, fait en appliquant les formules mécaniques, avait conduit à des résultats manifestement faux, le coefficient de la résistance de l'air qui a été déterminé pour la chute des ballons n'étant pas applicable aux chutes qui m'intéressaient, bien qu'elles fussent de même ordre. Il fallait tenir compte de la différence des formes des surfaces, concaves pour le parachute ou l'aéroplane, convexes pour le ballon.

J'ai fait usage d'un parachute conique de 60^{cm} de diamètre attaché par son bord à un cercle fixé perpendiculairement sur une tige légère mesurant $1^m,60$ depuis le sommet du cône jusqu'à son extrémité inférieure. A cette extrémité inférieure, on attachait des poids choisis de telle sorte que le poids total fût, avec la projection horizontale du parachute, dans les rapports de 0,4, 0,35, 0,3, 0,25, 0,2, 0,15, 0,1. J'ai multiplié les expériences avec chacun de ces $\frac{P}{S}$ et pour chacun d'eux la hauteur de chute a été de $2^m,25$, $3^m,53$, $9^m,45$. Les procédés habituels de la méthode graphique m'ont permis de tracer pour chaque $\frac{P}{S}$, une courbe où je pouvais mesurer la durée de la chute pour chaque mètre consécutif. Cette durée allait graduellement en diminuant : en d'autres termes la vitesse s'accélérait graduellement; mais graduellement aussi l'accélération diminuait, de sorte qu'on arrivait à constater, pour un mètre, une durée de chute égale à la durée de chute du mètre précédent. Le mouvement était devenu uniforme, la vitesse de régime était établie et facile à calculer. J'obtins les résultats suivants :

$\frac{P}{S}$.	Début du mouvement uniforme à partir du commencement de la chute.	Vitesse de régime.
	s	m
0,4	1,70	7,69
0,35	1,10	6,90
0,3	1,15	6,33
0,25	1,50	5,95
0,2	2,50	4,76
0,15	2,20	4,00
0,1	2,60	2,63

Au premier coup d'œil, les résultats semblaient satisfaisants; cependant la vitesse correspondant au $\frac{P}{S}$ 0,1 paraissait trop faible. Je voulus contrôler mes résultats par l'application de la formule de la résistance de l'air : $R = \varphi SV^2$, φ étant le coefficient de résistance de l'air. Quand le mouvement devient uniforme, cela tient à ce que la pesanteur cesse d'être supérieure à la résistance, à ce que la résistance R est égale au poids P. A ce moment, $P = \varphi SV^2$, d'où $\varphi = \frac{P}{S} \times \frac{1}{V^2}$. Je cherchai donc si le calcul d'après $\frac{P}{S}$ et V^2 allait me donner une constante. J'obtins les résultats suivants :

$\frac{P}{S}$.	V.	$\frac{P}{S} \times \frac{1}{V^2}$.
	m	
0,4	7,69	$\varphi = 0,0068$
0,35	6,90	$\varphi = 0,0074$
0,3	6,33	$\varphi = 0,0075$
0,25	5,95	$\varphi = 0,0071$
0,2	4,76	$\varphi = 0,0088$
0,15	4,00	$\varphi = 0,0090$
0,1	2,63	$\varphi = 0,0147$

Il en résultait que φ n'était pas une constante; il augmentait à mesure que la vitesse diminuait. J'en devais conclure ou que mes expériences étaient erronées ou que la formule est inexacte.

M. V. Balthazard, auquel je soumis ces résultats, me tira de ma perplexité. Il estima que dans la formule $R = \varphi SV^2$ on n'est pas tenu absolument à l'exposant V^2, qu'on peut essayer V ou V^3. C'est ce que m'expliqua aussi M. D. Berthelot après qu'il eut pris connaissance des corrections faites par M. Balthazard : V conviendrait pour les vitesses d'amortissement, des systèmes oscillants, balances, pendules, vitesses qui peuvent n'être que de quelques centimètres, V^2 pour les vitesses d'aéroplanes de 20^m à 50^m, V^3 pour les vitesses balistiques de 200^m à 300^m. M. Balthazard qui avait fait ces divers essais n'y trouvait pas la solution cherchée. Il eut alors l'idée de prendre la racine carrée du cube de V : $V^{\frac{3}{2}}$. Il obtint alors les résultats suivants :

$\frac{P}{S}$.	V.	$V^{\frac{3}{2}}$.	$\frac{P}{S} \times V^{\frac{3}{2}}$.
0,4	7,69	21,33	$\varphi = 0,0188$
0,35	6,90	18,15	$\varphi = 0,0193$
0,3	6,33	15,93	$\varphi = 0,0188$
0,25	5,95	14,51	$\varphi = 0,0172$
0,2	4,76	10,38	$\varphi = 0,0193$
0,15	4,00	8,00	$\varphi = 0,0188$
0,1	2,63	4,23	$\varphi = 0,0236$

En adoptant la moyenne $\varphi = 0,019$, on a à 2 dix-millièmes près le coefficient de la résistance de l'air qui convient à ces vitesses qui n'atteignent pas 8^m. Il y a un léger écart pour la vitesse qui correspond à $\frac{P}{S} = 0,25$, une autre considération pour $\frac{P}{S} = 0,1$. Il se peut que mon expérience ait été défectueuse. Il se pourrait plutôt, me disait M. D. Berthelot, qu'on entre avec

$\frac{P}{S} = 0,1$ dans un autre ordre de vitesse réclamant un exposant de V plus rapproché de l'unité. $\varphi = 0,019$ serait le coefficient de la résistance de l'air applicable aux vitesses de parachute, et de chute d'aéroplanes, avec la formule $R = 0,019 \frac{P}{S} V^{\frac{3}{2}}$, pour les valeurs de $\frac{P}{S}$ comprises entre 0,4 et 0,15, seules valeurs susceptibles d'être adoptées pour assurer la sécurité des aviateurs.

M. **Alfred Picard** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Commission permanente des valeurs de douane. Session de* 1911. *Rapport du Président de la Commission à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie.*

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *L'internationalisme scientifique*, par P.-H. Eijkman.

2° *Bericht über den II. internationalen Kältekongress. Wien*, 1910, 6-12. *Oktober*. (Hommage de l'Association internationale du Froid.)

3° Trois Volumes du *Recueil de l'Institut botanique Léo Errera*, publié par Jean Massart.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Beljawsky* (1911 *g*), *faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes*. Note de M. **Borrelly**.

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	⋆.
Oct. 1....	16ʰ42ᵐ23ˢ	−0ᵐ23ˢ,38	−7′28″,8	5:5	11ʰ14ᵐ 6ˢ,88	$\bar{1}$,638	79°38′16″,9	−0,768	*a*
» 2....	17.15.14	+6.38,73	+1.33,5	5:5	11.25.56,14	$\bar{1}$,635	79. 0.23,2	−0,758	*b*

Position des étoiles de comparaison.

⋆.	Gr.	Æ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
a.......	8,4	11ʰ14ᵐ29ˢ,61	+0ˢ,65	79°45′43″,1	+2″,6	4264, Leipzig, I, A.G.
b.......	4	11.19.16,72	+0,69	78.58.46,7	+3,0	4280, Leipzig, I, A.G.

Remarques. — Le 1er octobre la comète est très éclatante et visible à l'œil nu. Elle a une queue brillante qui s'étend jusqu'à 15° du noyau; son éclat surpasse celui de la lumière zodiacale qui brille à côté. Le noyau, en forme de poire, est complètement dénudé de chevelure du côté du Soleil; son éclat est de 2e-3e grandeur.

Le 2 octobre, l'aspect de la comète a complètement changé, le noyau de 2e grandeur est entouré tout autour d'une belle chevelure et est parfaitement rond, deux aigrettes se montrent à droite et à gauche, la queue est plus faible que la veille. Il est grand jour que l'astre est encore visible.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la variation dans le mouvement de la Lune.* Note de M. **Nicolau**, présentée par M. H. Poincaré.

Ayant considéré les équations

$$(1)\qquad c_{\pm j}=\sum_{1}^{j-1}\frac{i}{j}\left[\frac{4i(j-i)(j\mp 1\mp p)}{\Delta_j}-1\right]c_{\pm i}\,c_{\mp j\pm i}-\frac{3\lambda}{16j^2}\,\frac{\theta_{\pm 1}}{\Delta_j}\sum_{0}^{j-1}c_i\,c_{j-i-1},$$

Δ_j, $\theta_{\pm 1}$ étant des polynomes du second degré en j, obtenues des équations de Hill par les transformations (1), (2) de ma Note précédente (*Comptes rendus*, 13 mars 1911), j'ai formé le système d'équations différentielles auxquelles satisfont les fonctions y, z de la même Note. C'est un système du huitième ordre d'équations non linéaires. Puis, par des substitutions qui permettent de changer ces équations en majorantes, j'obtiens l'équation

$$(2)\qquad x\frac{dY}{dx}-bY=(1-b)c_1x+axY+(a'+a''x)\frac{Y^2}{1-Y},$$

la fonction Y qu'elle définit, holomorphe aux environs de x et qui s'annule avec x, étant une majorante commune à y, z. Toutefois, la difficulté n'en était pas moins grande pour déduire de là une limite convenable de $c_{\pm j}$. Cela tient principalement à ce que $1-b$ est trop petit devant les autres coefficients numériques. Et, d'ailleurs, soit d'après la majorante de Weierstrass, soit d'après cette autre majorante

$$(3)\qquad (1-b)Z=(1-b)c_1x+axZ+(a'+a''x)\frac{Z^2}{1-Z},$$

il est aisé de voir que le développement de Z, donc aussi celui de Y, ne converge que dans un cercle fort restreint. Aussi a-t-il été nécessaire de construire une majorante plus serrée. Mais on constate, par les formules de

récurrence tirées de (3), que le coefficient général du développement de Z, c'est-à-dire la limite supérieure de $c_{\pm j}$, est de l'ordre de

$$\left(\frac{3}{16}\lambda\right)^j.$$

Je reprends donc les équations (1), et, par la transformation nouvelle

$$(4) \qquad c_{\pm j} = \left(\frac{3}{16}\lambda\right)^j e_j,$$

j'obtiens l'équation de la forme

$$(5) \qquad e_j = \sum_1^{j-1} \frac{\alpha_{\pm 1}}{\beta_{\pm 1}} e_i e_{j-i} \qquad (\lambda = 1);$$

les $\alpha_{\pm 1}$ étant des polynomes du 2e degré en i et du 3e en j; les $\beta_{\pm 1}$, du 4e en j. Pour définir ensuite e_j qui convienne d'après (4) à une limite supérieure de $c_{\pm j}$, je prends toujours p entre 0 et 1; mais dans cet intervalle, et pour $1 \leqq i \leqq j-1$, je cherche une majorante *absolue* de (5). Dans ces conditions, $\alpha_{\pm 1}$ étant négatifs comme fonctions de i, je remplace les rapports $\alpha_{\pm 1} : \beta_{\pm 1}$ par les maxima $A_{\pm 1}$ de leurs valeurs absolues, lesquels ont lieu pour $i = j - 1$; puis je cherche les maxima des $A_{\pm 1}$, qui deviennent ainsi des fonctions de j. La conclusion est que $A_{-1} > 1$ n'est jamais possible, et $A_1 > 1$ n'a lieu que dans l'intervalle : $\left(\frac{1}{2} < j < \frac{3}{2}\right)$; mais là, A_1 peut devenir très grand, ainsi qu'il arrivera par exemple pour $j = 1$, lorsque p sera voisin de la racine positive de $19p^2 + 68p - 30 = 0$. Seulement, cette circonstance est à écarter, vu que j doit être un entier *au moins* égal à 2. Alors, $A_{\pm 1} \leqq 1$. Et comme $A_{\pm 1} = 1$ pour $j = \infty$, à ce maximum des $A_{\pm 1}$ correspondra l'équation

$$e_j = \sum_1^{j-1} e_i e_{j-i},$$

définissant la majorante la plus *forte*. Or, cette équation est précisément celle de ma Note indiquée plus haut, lorsque $\lambda = 0$, et de laquelle j'ai déjà donné une solution asymptotique. C'est donc cette solution qu'il convient d'adopter comme limite supérieure des $a_{\pm j}$, pour $j \leqq 2$, c'est-à-dire des inégalités variationnelles secondaires.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces* R *et les surfaces* Ω. Note [1] de M. A. **Demoulin**.

1. Dans notre Note du 25 septembre 1911, nous avons établi que la transformation de Lie fait correspondre à toute surface isothermique (M) un réseau R dont une des tangentes d appartient au complexe linéaire L qui définit la transformation.

Supposons que la sphère Σ_1 coupe une sphère fixe F sous un angle constant sans lui être tangente [2] et, envisageant la métrique non euclidienne dans laquelle F est la quadrique fondamentale, soumettons la surface (M), considérée comme appartenant à l'espace euclidien, à la transformation de M. Darboux. A cette surface correspondra une surface (M′) dont la courbure moyenne non euclidienne sera constante (nulle si Σ_1 est orthogonale à F). Ce théorème a été énoncé par M. Servant [3] qui a en outre montré que la principale difficulté de la détermination des surfaces à courbure moyenne non euclidienne constante consiste dans l'intégration de l'équation

$$\text{(E)} \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = \sin \theta,$$

dont dépendent les surfaces à courbure totale euclidienne constante. Ajoutons que, lorsque cette intégration aura été effectuée, il faudra encore, pour obtenir les surfaces (M′), intégrer deux équations de Riccati aux différentielles totales.

D'autre part, pour que la sphère Σ_1 coupe une sphère fixe sous un angle constant, sans lui être tangente, il faut et il suffit que les congruences (d_1), (d_{-1}) appartiennent à deux complexes linéaires non spéciaux L_1, L_{-1}

---

(1) Reçue dans la séance du 9 octobre 1911.

(2) Si la sphère Σ_1 est tangente à une sphère fixe, la surface (M) est une surface de M. Thybaut et la droite d_1 s'appuie sur une droite fixe.

(3) *Comptes rendus*, t. 131, 1900, p. 827. — On peut l'établir comme il suit : A la sphère harmonique Σ_1 de la surface (M) correspond, dans la transformation de M. Darboux, la sphère harmonique de la surface (M′). Comme la première coupe la sphère fondamentale F sous un angle constant, la seconde a un rayon constant, ce qui démontre le théorème. En particulier, si la sphère Σ_1 coupe orthogonalement la sphère F, la sphère harmonique de la surface (M′) se réduit à un plan et la surface (M′) est minima.

conjugués par rapport au complexe L. Dès lors, *à toute solution de l'équation (E) correspond une infinité simple de réseaux conjugués dont les deux tangentes appartiennent à des complexes linéaires non spéciaux. On obtient ainsi tous les réseaux conjugués jouissant de cette propriété.*

Nous possédons ce résultat depuis longtemps. Nous l'avons établi par la méthode ci-dessus dans une lettre que nous avons eu l'honneur d'écrire à M. Darboux il y a quelques années. M. Wilczynski (¹) y a été conduit récemment par une tout autre méthode.

2. Cherchons, parmi les réseaux qui viennent d'être envisagés, ceux qui se reproduisent après quatre transformations de Laplace. Pour ces derniers, les droites d_2, d_{-2} coïncident; or elles sont conjuguées par rapport à L, donc la droite CD avec laquelle elles sont nécessairement confondues appartient à L. D'autre part, en général, les droites d, d_2 sont conjuguées par rapport au complexe L_1 et les droites d, d_{-2} sont conjuguées par rapport au complexe L_{-1}. Comme dans le cas présent les droites d_2, d_{-2} coïncident avec CD, les droites d et CD sont conjuguées par rapport à L_1 (²). Ces droites appartenant au complexe L, celui-ci est autoconjugué par rapport à L_1; par suite, les complexes L et L_1 sont en involution et la sphère Σ_1 est orthogonale à la sphère F. Réciproquement, si la sphère Σ_1 est orthogonale à une sphère fixe, les droites d_2, d_{-2} coïncident. On peut, dès lors, énoncer le théorème suivant :

Pour qu'un réseau conjugué dont les tangentes appartiennent à deux complexes linéaires se reproduise après quatre transformations de Laplace, il faut et il suffit que les complexes soient en involution. On déduit les réseaux jouissant de cette propriété des surfaces minima non euclidiennes par l'application successive des transformations de M. Darboux et de Lie (³).

3. Désignons par u et v les paramètres des lignes de courbure d'une surface Ω et conservons toutes les notations de M. Darboux (*Leçons*, IIᵉ Partie, p. 386).

(¹) *Sur la théorie générale des congruences* (*Mém. de l'Académie royale de Belgique :* Classe des Sciences, coll. in-4°, 2ᵉ série, t. III; 1911).

(²) Il est clair que les droites d et CD sont aussi conjuguées par rapport au complexe L_{-1}. Par suite, les complexes L_1, L_{-1}, ayant en commun une double infinité de couples de droites conjuguées, coïncident.

(³) Ces réseaux s'obtiennent en faisant $\alpha = 0$ dans les formules de M. Wilczynski (*loc. cit.*, p. 73).

Les surfaces Ω sont caractérisées par l'égalité

$$(\alpha)\qquad \frac{\partial}{\partial u}\left(\frac{\dfrac{\partial}{\partial v}\dfrac{1}{R'}}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R'}}\,\frac{CU}{AV}\right)+\frac{\partial}{\partial v}\left(\frac{\dfrac{\partial}{\partial u}\dfrac{1}{R}}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R'}}\,\frac{AV}{CU}\right)=0,$$

dans laquelle U désigne une fonction de u et V une fonction de v.

Il suit de là que les surfaces de M. Guichard (¹) *sont* Ω. Pour celles de première espèce, on a en effet les relations suivantes que nous avons déduites des formules de M. Calapso :

$$\frac{\dfrac{\partial}{\partial v}\dfrac{1}{R'}}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R'}}\,\frac{C}{A}=\frac{\partial}{\partial v}\operatorname{arg.th}\frac{A}{C},\qquad \frac{\dfrac{\partial}{\partial u}\dfrac{1}{R}}{\dfrac{1}{R}-\dfrac{1}{R'}}\,\frac{A}{C}=-\frac{\partial}{\partial u}\operatorname{arg.th}\frac{A}{C},$$

et ces relations entraînent une égalité de la forme (α).

On démontre de la même manière que les surfaces de M. Guichard de seconde espèce sont aussi Ω.

En effectuant dans l'égalité (α) les opérations indiquées, on est conduit au théorème suivant : *Si une surface est* Ω *de deux manières, elle l'est d'une infinité de manières.*

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les liaisons non linéaires et les mouvements étudiés par M. Appell.* Note de M. **Étienne Delassus**, présentée par M. P. Appell.

1. Quand une liaison est réalisée au second ordre [voir mes précédentes Notes (*Comptes rendus*, 19 juin et 20 octobre 1911)], elle est réalisée pour tous les ordres ; nous dirons que la réalisation est parfaite. J'ai démontré qu'une liaison non linéaire n'admettait aucune réalisation linéaire parfaite. Soient

$$\theta_1=0,\qquad \ldots,$$

les équations du premier ordre d'une liaison linéaire ou non linéaire et considérons une réalisation obtenue en adjoignant aux équations θ des

(¹) Guichard, *Comptes rendus*, t. 130, 1900, p. 159, et *Annales de l'École Normale supérieure*, 1903. — Voir aussi, dans les *Annali di Matematica*, année 1905, un Mémoire de M. Calapso, intitulé : *Alcune superficie di Guichard et le relative trasformazioni.*

équations

$$\pi_1(q, q', p, p', t, a) = 0, \quad \ldots,$$

satisfaisant aux conditions suivantes :

1° Les fonctions π contiennent des constantes arbitraires a;

2° Les fonctions π sont distinctes par rapport aux variables p, p';

3° Les équations θ et π forment un système distinct par rapport aux q', p', et ce système peut être mis sous forme linéaire;

4° Les équations $\pi_1, \ldots, \pi_\alpha$ sont distinctes par rapport aux p', mais aucune des équations $\pi_{\alpha+1}, \ldots$, ne forme avec elles un système distinct par rapport à ces variables;

5° Lorsque les a tendent vers un certain système particulier (a^0), les équations $\pi_1, \ldots, \pi_\alpha$ restent distinctes par rapport aux p', mais les équations $\pi_{\alpha+1}, \ldots$ en deviennent des conséquences.

Quand les constantes a ont un système de valeurs (a) arbitrairement choisi, on a, en vertu de la seconde et de la troisième hypothèse, une réalisation linéaire $R_{(a)}$; si le système (a) tend vers un système quelconque (a'), la réalisation $R_{(a)}$ tend vers une réalisation limite $R_{(a')}$.

Il n'en est plus de même si (a) tend vers (a^0) la première partie de la troisième hypothèse cesse d'être réalisée et $R_{(a)}$ *ne tend vers aucune réalisation limite*. Les équations complémentaires, qui font que la réalisation $R_{(a)}$ n'est pas parfaite, sont celles que l'on obtient en tirant les p' des équations $\pi_1, \ldots, \pi_\alpha$ et les portant dans les équations $\pi_{\alpha+1}, \ldots$, elles deviennent donc des identités, de sorte que les relations entre les q', indépendantes des p', se réduisent à la limite aux seules relations θ de la liaison proposée.

Nous avons donc *une réalisation linéaire* $R_{(a)}$ *qui ne tend vers aucune réalisation limite, mais dont les propriétés tendent vers des propriétés limites qui sont celles d'une réalisation parfaite*. Nous dirons que $R_{(a)}$ *est une réalisation à tendance parfaite quand* (a) *tend vers* (a^0).

On formera très facilement de telles réalisations en prenant, par exemple, des fonctions π indépendantes des p' et s'annulant identiquement pour (a^0).

2. Les équations du premier ordre de la liaison $R_{(a)}$ peuvent s'écrire $\theta_1(q, q', t) = 0, \ldots, \varphi_1(q, q', p, t, a) = 0, \ldots, \psi_1(q, q', p, p', t, a) = 0, \ldots$, qu'on peut mettre sous forme linéaire, mais que, pour former les équations du mouvement, nous pouvons conserver sous leur forme primitive.

On voit facilement que les équations du mouvement concret données dans une première Note peuvent, en introduisant des multiplicateurs,

s'écrire

$$\frac{\partial R}{\partial q''_1} = \sum \lambda \frac{\partial \theta}{\partial q'_1} + \sum \mu \frac{\partial \varphi}{\partial q'_1}, \quad \ldots,$$
$$\frac{\partial R_1}{\partial p''_1} = \sum \nu \frac{\partial \psi}{\partial p'}, \quad \ldots.$$

Lorsque (a) tend vers (a^0) les fonctions φ, par hypothèse, deviennent identiquement nulles, donc les équations du mouvement concret tendent vers les équations limites

$$\frac{\partial R}{\partial q''_1} = \sum \lambda \frac{\partial \theta}{\partial q'_1}, \quad \ldots,$$
$$\frac{\partial R_1}{\partial p''_1} = \sum \nu \frac{\partial \psi}{\partial p'_1}, \quad \ldots,$$

auxquelles il faut adjoindre les équations de liaison. On remarque que les inconnues p ne figurent pas dans le groupe

$$(1) \qquad \frac{\partial R}{\partial q''_1} = \sum \lambda \frac{\partial \theta}{\partial q'_1}, \quad \ldots, \qquad \theta_1 = 0, \quad \ldots,$$

que ces équations suffisent pour déterminer complètement tous les q et les λ dès qu'on donne les q^0 et q'^0 satisfaisant aux équations θ, et enfin que ces équations sont indépendantes de la réalisation à tendance parfaite qui les a données. Ainsi :

Tous les mouvements concrets, qui correspondent à un même système de forces et à un même système initial pour les q et q' et qui sont fournis par toutes les réalisations possibles à tendance parfaite, tendent vers un mouvement unique déterminé par les équations (1) *et que nous appellerons le* mouvement parfait.

L'identité des équations (1) avec celles de M. Appell donne immédiatement :

Les mouvements parfaits d'un système sont les mouvements de M. Appell et satisfont au principe du minimum de la fonction R.

3. Le mouvement abstrait d'un système, soumis à une *liaison linéaire analytique* non réalisée, peut se définir, *analytiquement* comme mouvement satisfaisant au principe du minimum de R, ou *mécaniquement* soit comme mouvement fourni par les réalisations parfaites, soit comme mouvement parfait fourni par les réalisations à tendance parfaite.

Dans le cas d'une *liaison analytique non linéaire*, la première définition mécanique n'a plus de sens, mais la définition analytique et la seconde définition mécanique peuvent s'appliquer et la propriété du paragraphe précédent montre que ces deux définitions sont encore équivalentes.

Si l'on adopte la définition analytique, ce qui revient à poser le principe général de M. Appell, cette équivalence constitue, pour les mouvements abstraits, une propriété : celle d'être des mouvements parfaits.

Si l'on adopte la définition mécanique, cette équivalence constitue, pour les mouvements abstraits, la propriété de satisfaire au principe de M. Appell qui se trouve ainsi démontré rigoureusement dans le cas des liaisons non linéaires et devient un théorème général permettant d'écrire les équations du mouvement d'un système soumis à des liaisons quelconques du premier ordre.

PHYSIQUE. — *Méthode interférentielle pour la détermination des modules de torsion des cristaux.* Note de M. **Marcel Brillouin.**

1. La détermination complète des coefficients d'élasticité d'un cristal à propriétés réversibles ne peut pas, comme l'a montré M. Voigt, être obtenue uniquement par des mesures de flèches de flexion, dont la théorie et le montage sont relativement faciles. Pour atteindre les coefficients de glissement, il faut y adjoindre des mesures d'un autre genre, par exemple, les torsions des prismes; malheureusement ces expériences sont d'un montage beaucoup plus délicat que les expériences de flexion; aussi n'ont-elles été exécutées, pour une douzaine de cristaux, qu'au Laboratoire et avec les appareils de M. Voigt, par lui-même ou par quelques collaborateurs (¹). Hors de Göttingen il n'a été effectué que des mesures de flexion, et même le plus souvent incomplètes. Déjà très difficiles pour des cristaux assez gros pour fournir dans tous les sens, des lames *homogènes* de 1^{cm} à 2^{cm} de longueur, les expériences de torsion seront évidemment impraticables sur des lames de quelques millimètres, se prêtant encore aux expériences de flexion.

J'ai montré dans mes Leçons de cette année au Collège de France

(¹) L'admirable ensemble de travaux de M. Voigt a été condensé par lui-même dans le *Lehrbuch der Krystallphysik*, Teubner 1910. Les Mémoires ont paru sous forme un peu abrégée dans les *Annalen der Physik*, et sous forme plus détaillée dans les *Göttinger Abhandlungen*, depuis 1880 environ.

(XXIX[e] Leçon, 1[er] avril 1911) que l'étude de *la déformation de la surface d'une lame fléchie* au moyen des franges d'interférence, permet de compléter la détermination des coefficients d'élasticité, à l'aide de la technique déjà presque complètement établie pour les substances isotropes par M. Cornu (*Comptes rendus*, 1869, et *Jubilé Lorentz*, 1900). Le montage correct en paraît possible même pour des lames de quelques millimètres, en observant avec un microscope métallographique à faible grossissement.

2. Considérons une lame de longueur l (suivant Oz) d'épaisseur $2e$ (suivant Ox), et de largeur uniforme (suivant Oy), et désignons par

$$s'_{ij}\,(i, j = 1, \ldots, 6)$$

les *modules* d'élasticité (*Lehrbuch*, Ch. VII) ou *souplesses*, suivant les trois axes *rapportés à la lame étudiée;* un simple changement de coordonnées défini par l'orientation de la lame permettra de passer aux modules s_{ij} rapportés à des axes fixes du cristal. Soumettons cette lame à un *couple pur* $\mathfrak{M}$, autour de l'axe des y, sans couples $\mathfrak{L}$, ni $\mathfrak{N}$ et sans forces. Soient I_1 le moment d'inertie de la section de la lame autour de l'axe des y, et u, v, w, les déplacements d'un point quelconque x, y, z de la lame; il résulte de la théorie de M. Voigt que l'on a

$$u = -\frac{\mathfrak{M}}{2I_1}[s'_{13}\,x^2 - s'_{23}\,y^2 - s'_{43}\,yz + s'_{33}(l-z)\,z],$$

$$v = -\frac{\mathfrak{M}}{2I_1}[s'_{63}\,x^2 - 2\,s'_{23}\,xy + s'_{43}\,zx],$$

$$w = -\frac{\mathfrak{M}}{2I_1}[s'_{53}\,x^2 + s'_{43}\,xy - s'_{33}(l-2z)\,x]$$

(*Lehrbuch*, p. 634).

L'expérience ordinaire de flexion fait connaître un seul coefficient s'_{33}, par le rapport de la flèche au couple $\mathfrak{M}$.

Supposons la lame à faces parfaitement parallèles et la face supérieure optiquement plane. Avant la déformation, plaçons au-dessus de la lame un plan optique, observons en lumière monochromatique les franges localisées entre ces deux surfaces et réglons-les parfaitement parallèles, de manière à obtenir une teinte plate. Fléchissons la lame, des franges apparaîtront, dessinant des lignes $u =$ const. ($x = -e$). La *forme* des franges fait donc connaître les rapports des deux coefficients s'_{23}, s'_{43} au coefficient s'_{33} connu par l'expérience de flexion ordinaire. Les franges sont généralement des hyperboles obliques et excentrées par rapport à la lame. Les cotangentes des

angles α des deux asymptotes avec la longueur de la lame sont

$$\cot\alpha = \frac{-s'_{43} \pm \sqrt{s'^2_{43} - 4 s'_{23} s'_{33}}}{2 s'_{33}}$$

et l'on a

$$\frac{s'_{43}}{s'_{33}} = -(\cot\alpha_1 + \cot\alpha_2), \qquad \frac{s'_{23}}{s'_{33}} = \cot\alpha_1 \cot\alpha_2.$$

Avec une flexion montrant trois ou quatre franges hyperboliques, le relevé d'un nombre suffisant de points sur les franges permettra de déterminer les asymptotes avec la précision nécessaire.

3. Les conditions qui rendent simples les formules du numéro précédent ne sont pas toutes nécessaires pour l'exactitude des mesures. En particulier, la perfection de forme plane de la lame cristalline n'est pas indispensable. La comparaison des franges avant et pendant l'action du couple ou sous l'action de deux couples différents, fera connaître la forme (pas trop irrégulière) de la surface de la lame, $x = -e + \xi(y, z)$, et la déformation subie; et la connaissance de la forme initiale (ξ) permettra de ramener les déformations observées à celles d'une lame plane, par des formules un peu compliquées, mais faciles à établir [1]; de même l'orientation des asymptotes n'est affectée que très peu, et avec correction possible, par une obliquité de la lame de verre. La seule condition optique indispensable, c'est la finesse des franges, et par conséquent un beau poli; il sera probablement possible d'accroître le pouvoir réflecteur par le dépôt d'un voile d'argent assez mince pour ne rien changer aux propriétés élastiques.

La condition mécanique indispensable est que la flexion soit produite uniquement par un couple $\mathfrak{M}$; il n'y a rien dans les dispositions à réaliser qui dépasse l'habileté d'un bon horloger.

4. Il est facile de s'assurer que les s'_{43}, s'_{23} ainsi obtenus permettent le calcul complet des modules. Dans un cristal triclinique, à 21 modules, il y a 15 mesures de flexion indépendantes; si de chacune d'elles on tire non seulement le coefficient s'_{33} correspondant mais aussi les deux autres s'_{43}, s'_{23}, on disposera donc de $45 - 21 = 24$ équations de contrôle entre les déterminations des 21 modules fondamentaux.

---

[1] C'est cette possibilité d'éliminer les imperfections de la surface qui constitue la supériorité de la méthode interférentielle sur la seconde méthode (des lignes focales) également étudiée par Cornu pour les substances isotropes.

PHYSIQUE. — *Sur la volatilisation des électrodes dans les tubes à néon.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une précédente Note j'ai montré que l'absorption du gaz luminescent qui se produit dans les tubes à néon était attribuable à la volatilisation, ou, suivant l'expression anglaise, à la désintégration des électrodes, et qu'en atténuant celle-ci par l'emploi d'électrodes de grande surface, on pouvait rendre l'absorption négligeable et obtenir des tubes de très grande durée.

Dans la même Note, j'ai indiqué de plus qu'à ma très grande surprise, les gaz obtenus par le traitement à l'acide nitrique de la pellicule de métal volatilisé contenaient, outre du néon, une très forte proportion d'hélium, et j'ai été amené à faire à ce sujet trois hypothèses: action sélective du métal volatilisé sur l'hélium contenu dans le néon en proportion trop faible pour être décelé au spectroscope; transformation du néon en hélium; troisième hypothèse enfin d'après laquelle la faible proportion apparente du néon proviendrait de la transformation partielle de celui-ci en composés du genre de l'ammoniaque pendant le traitement à l'acide nitrique. Je n'ai encore pu vérifier le bien-fondé de cette dernière hypothèse, mais il m'a semblé nécessaire de trancher de suite la question de transmutation.

A cet effet, j'ai fait établir un tube luminescent composé de 4 branches montées en croix sur une boule de verre centrale de 5^l environ, destinée à augmenter la quantité de gaz sur laquelle j'opérais. Chaque branche se terminait par une électrode de cuivre de petite surface, soit 30^{cm^2} environ, pour obtenir une volatilisation rapide. Le diamètre des tubes était de 30^{mm}, la longueur entre électrodes des branches opposées était de 1^m.

Le système, muni d'un récipient à charbon, a été « formé » par mon procédé ordinaire en purgeant tout d'abord à la pompe à vide les gaz dégagés par deux électrodes opposées employées tour à tour au passage du courant alternatif, puis en mettant la charge convenable de néon purifié, après quoi on a plongé le récipient à charbon dans l'air liquide.

A partir de ce moment, et la pression étant alors de l'ordre du millimètre de mercure, on s'est servi pour la « formation » uniquement d'une des paires d'électrodes opposées; la formation terminée, on a continué à se servir uniquement de cette même paire jusqu'à ce que le dépôt formé sous l'effet d'un courant de l'ordre de 0,25 ampère ait atteint une épaisseur suffisante. A ce moment, on a interverti les rôles et fait passer le courant par l'autre paire d'électrodes jusqu'à obtenir aussi de ce côté un dépôt suffisant pour l'examen.

Il suffisait dès lors, pour résoudre la question, d'examiner les gaz fournis par les deux dépôts successifs : si l'hypothèse de l'action sélective était vraie, le deuxième dépôt devait être très pauvre en hélium par rapport au premier, tandis qu'il en devait contenir à peu près autant dans l'hypothèse de la transmutation.

Or le résultat a été aussi net que possible. Les 2^g du premier dépôt m'ont fourni de nouveau, à raison d'environ 1^{cm^3} par gramme, un résidu gazeux dans lequel j'ai retrouvé la proportion d'hélium tout à fait anormale déjà signalée. Au contraire, les $0^g,2$ du second dépôt m'ont fourni, en proportion à peu près identique, un résidu dans lequel le néon était très prédominant : malgré l'action absorbante sensiblement plus grande sur le néon de la petite quantité de charbon du récipient minuscule soudé au tube de Plücker, l'hélium était très peu visible au spectroscope dans le spectre éclatant du néon.

Il s'agit donc d'une action sélective, action d'une grande énergie puisqu'elle parvient à éliminer sous une forme très concentrée la totalité de l'hélium contenu dans le néon en trop faible proportion pour être visible au spectroscope.

Sir W. Ramsay a bien voulu m'informer que de son côté, avec l'aide du professeur Collie, il a également entrepris des expériences en vue de décider entre les hypothèses que j'avais indiquées. Ces savants sont arrivés aux mêmes conclusions par un procédé différent.

En employant du néon assez pur pour que les raies de l'hélium n'apparaissent pas, ils ont obtenu des dépôts contenant beaucoup d'hélium dans le cas des électrodes de cuivre et encore plus avec des électrodes en cadmium.

En employant du néon purifié avec un soin extrême par M. Watson en vue de la détermination du poids atomique de ce gaz, ils n'ont plus trouvé par le traitement à l'acide nitrique que du néon.

J'ajoute que Sir W. Ramsay m'a signalé que Travers a opéré une séparation de l'hélium et de l'argon par des moyens analogues à ceux décrits ci-dessus (1).

Je dois en terminant faire une remarque qui est peut-être instructive au sujet du mécanisme du passage du courant dans les tubes luminescents, et qui semble prouver que ce n'est pas dans une différence d'action chimique, peu explicable d'ailleurs pour ce qui paraît être plutôt une simple occlusion,

---

(1) *Proceedings of the Royal Society*, t. LX, p. 449.

qu'il faut chercher la cause de l'action sélective. Lorsqu'on observe un tube luminescent chargé à une pression voisine de 1^{mm} avec du néon contenant très peu d'hélium, on ne distingue les raies de l'hélium que très faiblement dans le tube proprement dit; au contraire, ces raies apparaissent d'une façon très intense, souvent même prédominante, dans l'intérieur des électrodes en même temps que les raies du cuivre. On les observe encore fort nettement dans cette région, alors que le mélange est assez pauvre en hélium pour que ses raies soient totalement absentes dans le reste du tube. Il semble donc que tant qu'il existe de l'hélium, le départ des charges se fasse de préférence par son intermédiaire; et il est dès lors naturel que l'occlusion porte surtout sur lui.

PHYSIQUE. — *L'harmonie des couleurs réalisée par l'emploi des camaïeux complémentaires.* Note de M. **A. Rosenstiehl**, présentée par M. A. Haller.

Quand l'œil a fixé une couleur, il devient momentanément aveugle pour elle et cela d'autant plus longtemps que cette première impression a été plus vive. Il n'est plus alors sensible que pour une couleur entièrement différente (couleur complémentaire). Ce phénomène, étudié soigneusement par les savants de la seconde moitié du XVIIIe siècle, a conduit à une règle relative à l'harmonie des couleurs que la pratique des artistes n'a pas sanctionnée.

La règle dit que l'harmonie a lieu quand les couleurs d'un coloris présentent dans leur ensemble les sensations colorées nécessaires pour reconstituer par leur mélange la sensation du blanc. Cette règle a été notamment formulée par Rumford, Field et Gœthe, et combattue par Brücke, Schreiber, von Bezold. Vers le milieu du XIXe siècle, Chevreul, à la suite de ses études classiques sur le *Contraste des couleurs*, a donné le conseil d'entourer la couleur qu'on veut mettre en valeur d'une zone teintée par sa complémentaire. C'est la première indication précise qu'on trouve dans la littérature, et mon expérience personnelle en a prouvé la parfaite justesse [1].

Mais l'association de deux couleurs franches complémentaires a toujours donné les plus mauvais résultats.

---

(1) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, t. XLVIII, p. 189 et 194.

La cause de ces insuccès, les moyens d'y remédier et les résultats favorables obtenus finalement font l'objet de la présente Note.

I. Du temps de Chevreul les couleurs complémentaires étaient fort mal connues. Le jaune passait pour complémentaire du violet, tandis qu'il correspond au bleu, qu'on croyait complémentaire de l'orangé. Ce sont là des erreurs qui peuvent expliquer bien des divergences d'opinion, et il m'a paru nécessaire de juxtaposer des couleurs vraiment complémentaires telles qu'on les détermine à l'aide des disques tournants.

Ayant établi à l'aide de matières colorantes les plus vives créées par l'industrie, un cercle chromatique dont toutes les couleurs sont d'égale intensité de coloration (¹) on a disposé dans un plan trois couples de couleurs complémentaires choisies dans ce cercle à une distance de 120° l'un de l'autre. L'aspect de l'ensemble est loin d'être harmonieux. Le plus mauvais effet est obtenu par le couple rouge et le vert complémentaire. Les couples vert bleu et orangé, bleu et jaune sont un peu meilleurs, mais leur aspect reste singulièrement agaçant. Et pourtant ces couples réalisent avec exactitude les conditions de la règle de Rumford.

Il y a là un obstacle non prévu dont il s'agit de trouver la raison afin de pouvoir le vaincre.

Or cette raison se trouve à la fois dans les propriétés physiques de la lumière et dans la structure de l'œil.

Les lumières colorées, possédant une inégale réfrangibilité, ne forment pas leur foyer dans le même plan, mais dans des plans superposés. Il en résulte que pour voir nettement des surfaces colorées qui se touchent, l'œil est obligé de s'accommoder à la fois à deux distances; en réalité il s'accommode alternativement, tantôt à l'une, tantôt à l'autre couleur; mouvement automatique qui s'effectue à notre insu, mais n'en est pas moins une cause de fatigue, d'où le jugement défavorable sur ces arrangements que nous qualifions de *criards*.

Ce défaut peut être évité de trois manières : 1° ne pas juxtaposer deux couleurs complémentaires, mais les séparer par un espace neutre; 2° intercaler entre les deux couleurs complémentaires franches, des couleurs de réfrangibilité voisine, arrangement que nous trouvons dans le spectre et dans les cercles chromatiques; 3° addition de blanc tout au moins à l'une des deux couleurs franches. L'accommodation se fait alors au blanc, qui l'emporte toujours de beaucoup sur la sensation colorée.

(¹) *Comptes rendus*, t. 148, p. 312.

C'est ce dernier moyen qui va être envisagé dans ce qui suit.

Soit à colorier un dessin formé de fleurs et de feuillage de fantaisie, et l'on veut que le coloris forme par lui seul un tout complet, répondant à la règle de Rumford, Field et Gœthe.

On a pris le parti de partager ce coloris entre deux couleurs complémentaires dont l'une sera franche et appartiendra à l'objet principal (la fleur), et l'autre mêlée de blanc, coloriant les objets accessoires (le feuillage et le fond).

Dans le choix des couples de couleurs on observera les principes de la convenance.

Le degré d'intensité assigné à chacune des couleurs du couple dépendra des surfaces relatives occupées par elles.

Chacune de ces couleurs peut être représentée par plusieurs tons, dont la hauteur est abandonnée à l'appréciation de l'artiste qui devra s'inspirer du principe de la vision distincte.

Pour les obtenir on associera dans un disque un même secteur coloré, à des secteurs blancs d'autant plus grands que le ton voulu devra être plus clair.

Ce seront des camaïeux parfaits décrits dans un Mémoire précédent (¹).

Tous ces tons possèdent même complémentaire et même intensité de coloration.

L'angle des secteurs colorés sera déterminé par le calcul basé sur deux données :

1° Les angles des secteurs colorés du couple, qui sont nécessaires pour produire la sensation du blanc.

2° Les surfaces relatives occupées par les deux couleurs dans le dessin.

On se rappelle que les *angles des secteurs de deux couleurs complémentaires, produisant la sensation du blanc, sont en raison inverse des intensités de ces deux couleurs.*

Soient A l'angle du secteur de l'une des couleurs franches; B, celui du secteur de la complémentaire; l'expérience donne $A + B = 360°$.

Soient a la surface occupée dans le dessin par la couleur A, et b celle occupée par la couleur B.

On a pris le parti d'employer la couleur A sans modification et de réduire l'intensité de la couleur B d'après la loi des surfaces.

(¹) *Comptes rendus*, t. 151, p. 96.

L'angle cherché du secteur B sera

$$x = \frac{B}{A} 360 \frac{b}{a}.$$

Les coloris exécutés d'après cette méthode sont très harmonieux, et supérieurs à ceux exécutés selon la seule inspiration du peintre.

On peut conclure de ce résultat, au point de vue pratique, qu'il suffit de connaître une seule couleur d'un coloris pour que toutes les autres soient invariablement fixées.

Et au point de vue scientifique on conclura que la règle de Rumford, Field et Gœthe se trouve vérifiée, si l'on *tient compte de la nécessité d'éviter à l'œil la fatigue de l'accommodation*, condition réalisée par l'emploi des camaïeux complémentaires.

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination de la force électromotrice en valeur absolue de l'élément* Weston *normal.* Note de MM. **P. Janet**, **F. Laporte** et **R. Jouaust**, présentée par M. E. Bouty.

Dans un précédent travail [1], nous avions trouvé pour la valeur de la force électromotrice de 20° de l'étalon Weston normal 1,01869 en fonction de l'ampère vrai et de l'ohm international.

Cette valeur, déterminée au moyen d'un électrodynamomètre type de lord Rayleigh construit au Laboratoire central d'Électricité, était supérieure de quelques dix-millièmes aux résultats d'autres expérimentateurs.

Des recherches postérieures nous firent voir que l'ohm international, tel que nous l'avions réalisé, différait de un dix-millième de celui des laboratoires étrangers et que de ce chef la valeur que nous avions obtenue devait être ramenée à 1,01859.

Dans le calcul de la constante de notre électrodynamomètre, nous avions considéré les bobines de l'appareil comme se limitant aux axes des spires terminales.

Tout récemment, le Dr Dorsey du Bureau of Standards de Washington a attiré notre attention sur ce point que la différence qui subsistait encore entre nos résultats et ceux d'autres expérimentateurs était due en grande partie à cette manière d'évaluer les dimensions des bobines utilisées.

---

[1] *Bulletin de la Société internationale des Électriciens*, t. VIII, 1908, p. 459.

Dans ces conditions nous avons recommencé les calculs de l'appareil en considérant cette fois les bobines comme se limitant à la périphérie des spires extrêmes (y compris l'isolant du fil) et nous avons obtenu, pour valeur de la force électromotrice du Weston à 20°, 1,01836, valeur qui se rapproche beaucoup des valeurs obtenues d'autre part avec des appareils parfois très différents, 1,01831 (Pellat) (1), 1,01812 (Guillet), 1,01818 (National Physical Laboratory), 1,01823 (Bureau of Standards), 1,01825 (Haga et Boerhama).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la théorie des solutions.* Note (2) de M. **Albert Colson**, transmise par M. Amagat.

Voici comment Van 't Hoff a exposé cette théorie dont les contradictions ont déjà été l'objet de vives controverses.

D'après les lois de Mariotte et de Gay-Lussac, une molécule de sucre

$$(C^{12}H^{22}O^{11} = 342^{g}),$$

si elle se volatilisait normalement, occuperait, sous la pression P et à la température T, un volume V, tel que l'on ait : $PV = RT$, avec $R = 846$, V étant le volume moléculaire. En dissolvant ce poids 342^{g} dans un volume V de solvant à T, et en reliant ces quantités à la pression osmotique ϖ par une expression de la forme

$$\varpi V = \rho T$$

dans laquelle ρ est, comme R, rapporté à la molécule-gramme, Van 't Hoff a pu calculer ρ au moyen des valeurs de ϖ déterminées par Pfeffer. Le nombre trouvé coïncidant à peu près avec 846, Van 't Hoff a conclu que « la molécule d'un corps transformé en vapeur sous le volume V à T, ou dissous dans un volume V de solvant à T, exerce des pressions élastique et osmotique identiques ».

Cette conclusion semble ainsi se déduire naturellement de l'hypothèse d'Avogadro : mais le choix du sucre convient mal à la démonstration, attendu que ce corps est inconnu sous forme de vapeur et même sous forme liquide. D'autre part, les données de Pfeffer varient de 554 à 508; M. Fouard a même obtenu 470, de sorte qu'il n'est pas du tout certain que la valeur de ρ soit identique à la constante des gaz parfaits $R = 846$. Bien

---

(1) Nous avons apporté aux chiffres de MM. Pellat et Guillet la correction de un dix-millième nécessitée par la différence existant entre les ohms que nous avons utilisés en 1908 et ceux des laboratoires étrangers.

(2) Présentée dans la séance du 9 octobre 1911.

plus, en substituant au sucre l'acide acétique qui lui est isotonique, l'identification de ces deux constantes devient impossible.

En effet, d'après Cahours, la vapeur d'acide acétique se rapproche de la forme bimoléculaire à mesure que la température s'abaisse. D'autre part, sa particule liquide est nettement bimoléculaire d'après Ramsay et Shields. Il est donc invraisemblable qu'à l'état dissous, intermédiaire entre les deux précédents, la particule acétique perde cette forme condensée dans un solvant chimiquement inactif, et sous des pressions parfois très fortes, par conséquent favorables à la polymérisation.

On peut arriver autrement à la même conclusion : Une particule gazeuse complexe, comme celle de l'acide acétique, ne se dissocie évidemment pas par compression à température constante. Dès lors la particule liquide de ce corps ne peut pas être plus simple que celle de la vapeur génératrice [1]. D'autre part, et je reviendrai ailleurs sur ce point, la presque identité des chaleurs de liquéfaction et de dissolution de l'acide acétique s'explique facilement en supposant que la molécule polymérisée dans la vapeur reste telle après la dissolution, tandis qu'il n'en est plus ainsi en admettant qu'elle se dépolymérise dans le solvant.

La constitution bimoléculaire de la particule acétique dissoute ainsi établie, est en opposition avec l'hypothèse d'Avogadro et avec l'invariabilité de la force vive attribuée à tout groupement particulaire (molécules, ions, etc.); car, dans le volume moléculaire V, le nombre des particules étant devenu la moitié du nombre N d'Avogadro, la pression osmotique devrait être $\frac{P}{2}$, c'est-à-dire la moitié de la pression P d'un gaz parfait. Or elle égale P ou est plus petite que P, suivant qu'on admet les nombres de Pfeffer ou ceux de Fouard, touchant le sucre.

Ajoutons encore que le cas de l'acide acétique (et de ses homologues) est d'autant moins favorable à l'assimilation des états gazeux et dissous, que l'interprétation des anomalies de Cahours par une condensation moléculaire gazeuse satisfait au contraire à ces lois fondamentales de la Chimie, comme il serait facile de le démontrer.

L'assimilation préconisée par Van 't Hoff, pas plus pour l'acide chlorhydrique dissous, que pour l'acide acétique, ne permet de mettre les faits expérimentaux en harmonie avec l'hypothèse d'Avogadro ; car d'après ses propriétés classiques, une molécule ($36^g,5$) de cet acide, loin de se dé-

---

(1) Ce raisonnement confirme d'ailleurs les résultats de Ramsay et Shields.

doubler en ions mobiles, se condense sous l'action de l'eau en particules de composition HCl, $2H^2O$. Celles-ci, au sein du solvant, devraient fournir une solution contenant autant de particules que le volume gazeux dont elles proviennent. Il en résulterait une pression osmotique ϖ égale à la pression normale gazeuse correspondant à $R = 846$. Or ce n'est pas ce qui a lieu pour ce type d'électrolytes, et c'est pourquoi on a imaginé la décomposition des ions.

A la vérité on objecte que l'hypothèse des ions a l'avantage d'expliquer les faits relatifs à la conductibilité; mais cet argument est sujet à caution. Déjà, dans les justifications publiées par M. Arrhenius, il existe des écarts supérieurs à 15 pour 100 entre la théorie et les applications. Depuis, j'ai signalé les contradictions présentées par les sulfates chromiques en solution aqueuse; avant moi, M. Kahlenberg en avait indiqué d'autres. Notamment, il avait observé pour les solutions aqueuses de sel marin à 20 pour 100 une tension osmotique si forte, que l'hypothèse des ions, devenant à son tour insuffisante, il faudrait subdiviser les ions eux-mêmes pour expliquer cette anomalie.

Dans les autres solvants, non seulement l'état moléculaire des corps peut changer; mais, plus souvent encore que dans l'eau, la conductibilité des solutions n'a pas de rapport avec l'ionisation. Ainsi l'azotate d'argent, ionisé dans l'eau, ne l'est plus dans la pyridine ni dans le benzonitrile, et cependant ces solutions conduisent bien l'électricité (Werner). De même, les solutions des acides tartrique, succinique, salicylique dans la pyridine, celles des chlorures de lithium et de mercure, des iodures de sodium et de cadmium, etc., dans l'acétone, conservent un poids moléculaire normal, et, quoique n'étant par conséquent pas ionisés, conduisent pourtant l'électricité (Dutoit, Kahlenberg et Jones). L'ionisation, si elle existait dans les solutions, ne serait donc pas forcément en corrélation avec la conductibilité. Chimiquement, cette supposition, en désaccord avec mes expériences de 1907, est inutile si la particule acétique bimoléculaire équivaut cinétiquement à la molécule HCl.

Conclusion. — Outre qu'il est difficile d'admettre l'identité des mouvements cinétiques d'une molécule libre ou dissoute, l'examen des faits semble contraire à l'identification des pressions osmotique et gazeuse exprimée par la condition $R = \rho$, puisque l'hypothèse d'Avogadro et ses conséquences cinétiques ne sont pas satisfaites par les particules dissoutes, alors qu'elles le sont toujours par les molécules gazeuses condensées ou non.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la tension d'expansibilité d'un fluide normal.* Note de M. L. GAY, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente ([1]), j'ai montré qu'à température constante T, la tension d'expansibilité π d'un fluide pur est liée à la pression P qui s'exerce sur ce fluide, par la relation différentielle

$$(I) \qquad d\log\pi = \frac{V}{RT}dP,$$

V volume moléculaire du fluide. Soit

$$(II) \qquad (P+K)(V-b) = RT,$$

l'équation d'état du fluide normal; b est un covolume constant.

Nous appellerons K *la pression interne statique* du fluide pour la distinguer de la *pression interne thermodynamique* K′ définie par la relation

$$(III) \qquad K' = El - P = T\frac{\partial P}{\partial T} - P = \left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T$$

(U énergie moléculaire du fluide).

La relation (I) donne alors, après intégration,

$$(IV) \qquad \log\pi = \log\frac{RT}{V-b} + b - \frac{1}{RT}\int_0^P V\frac{\partial K}{\partial P}dP.$$

Pour les gaz suffisamment dilués, Leduc ([2]) a obtenu expérimentalement, à une grande approximation,

$$K' = \frac{2a}{V^2T},$$

a étant une constante.

Or, des relations (II) et (III), on déduit

$$K' = K - T\left(\frac{\partial K}{\partial T}\right)_V;$$

d'où

$$K = \frac{a}{V^2T} \quad ([3]).$$

([1]) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 262.

([2]) *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 1391; t. 153, 1911, p. 179.

([3]) On obtient alors l'équation d'état de Clausius simplifiée; Kuenen a vérifié expérimentalement cette équation d'état (*Archives néerl. des Sciences exactes et natur.*, t. 26, 1893, p. 354).

De cette dernière relation on tire

$$V\frac{\partial K}{\partial P} = -\frac{2a}{V^2T}\frac{\partial V}{\partial P} = -K'\frac{\partial V}{\partial P} = -\left(\frac{\partial U}{\partial P}\right)_T,$$

$$\int_0^P V\frac{\partial K}{\partial P}dP = \mho - U$$

($\mho$ énergie moléculaire du gaz parfait).

Dans le cas d'un gaz dilué, l'intégrale précédente exprime donc la différence d'énergie moléculaire entre le gaz parfait et le fluide.

Si nous étendons cette signification au cas du fluide non dilué, la relation (IV) devient

$$\log\pi = \log\frac{RT}{V-b} + \frac{b}{V-b} - \frac{\mho - U}{RT}$$

ou

(V)
$$\log\pi = \log\frac{RT}{V-b} + \frac{b}{V-b} - \frac{E\mathfrak{L} - RT + PV}{RT}$$

($\mathfrak{L}$ chaleur latente moléculaire d'idéalisation du fluide).

Application à C^6H^6. — Je me suis servi des densités déterminées par Biron (¹) et des tensions de vapeur déterminées par Young (²).

Ces tensions p ont été ramenées aux tensions p', correspondant à la benzine prise sous la pression atmosphérique P, d'après la formule

$$\Delta\log p = \frac{V}{RT}(P - p),$$

puis diminuées de

$$\frac{a}{v^2T} = \frac{ap^2}{R^2T^3} \quad (^3).$$

[J'ai adopté pour a la valeur $8{,}873.10^{12}$ (unités : le millimètre de Hg et le centimètre cube), calculée à l'aide de la valeur obtenue par Leduc, $K' = 53^{atm}, 47.10^{-3}$ pour la valeur de C^6H^6 sous la pression atmosphérique à 129°,6.]

$\mathfrak{L}$ a été calculé à l'aide des valeurs de π, ainsi obtenues d'après l'équation

$$\frac{\partial\log\pi}{\partial T} = \frac{E\mathfrak{L}}{RT^2}.$$

(¹) *J. Soc. physico-chim. russe*, t. 42, nº 2, 1910, p. 135.
(²) *J. Chem. Soc.*, t. 55, 1889, p. 486.
(³) Voir ma Note déjà citée.

La formule

$$E\mathfrak{L} = 262\,170\,000 - 383\,200\,t$$

(t température centigrade) paraît être satisfaisante.

En effet les valeurs de π, déduites des tensions de vapeur, coïncident au millième près avec celles calculées à l'aide de cette formule; toutefois, la différence des deux valeurs atteint le centième pour la température 0°.

On obtient le Tableau suivant :

t.	p (en mm Hg).	r (en mm Hg).	V (en cent. cubes).	b (en cent. cubes).	K (en atm.).
0°....	26,54	26,56	86,473	68,982	1,276
20....	74,66	74,40	88,567	69,050	1,227
40....	181,08	179,10	90,783	69,024	1,176
60....	388,58	379,69	93,146	68,882	1,122
80....	753,62	724,00	95,690	68,599	1,065
100....	1344,3	1261,4	98,458	68,148	1,006

C'est la vérification expérimentale des propositions théoriques précédentes.

Le covolume b est en effet constant, surtout l'intervalle de température 0° à 60°; sa valeur est $69^{\text{cm}^3},0 \pm 0^{\text{cm}^3},1$. Au delà de 60°, cette valeur baisse légèrement; cela est dû, très probablement, à une légère erreur dans la détermination de la pression interne statique de la vapeur : j'ai, en effet, supposé que, dans les conditions de l'expérience, on a, pour la vapeur de C^6H^6,

$$K' = \frac{2a}{V^2T}$$

et

$$K = \frac{K'}{2},$$

cela n'a lieu que pour une dilution suffisamment grande et une température suffisamment élevée.

Conclusion. — La vérification expérimentale de la formule (V) constitue une méthode simple et commode de caractérisation des liquides normaux et de détermination du covolume et de la pression interne de ces liquides.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la volatilité des composés sulfurés.* Note de M. MARCEL DELÉPINE, présentée par M. A. Haller.

C'est une singularité sur laquelle on attire ordinairement l'attention que les mercaptans (thiols), le thiophénol et les thioacides (thioloïques) ont un point d'ébullition *inférieur* à celui des alcools, du phénol et des acides correspondants. Comme la Chimie des autres composés sulfurés est assez peu développée dans les cours élémentaires, on peut rester sous cette impression sommaire et croire, d'une façon générale, que les composés sulfurés bouillent plus bas que les composés oxygénés correspondants. L'exemple courant de l'hydrogène sulfuré gazeux à la température ordinaire, alors que l'eau est liquide, ne peut que renforcer cette opinion.

M. Louis Henry (¹) a récemment rappelé quelques-unes de ces anomalies et en a reporté l'existence sur la complexité moléculaire de l'eau et des alcools comparée à l'état peu ou non associé des composés sulfurés correspondants, complexité mise en évidence par les déterminations de MM. Ramsay et Shields (²) ; il a notamment fait ressortir que la méthylation d'un oxhydrile alcoolique, par exemple, provoque sous le rapport de la volatilité des effets inverses de ceux de la méthylation des mercaptans; l'éther-oxyde méthylique d'un alcool bout plus bas que cet alcool, alors qu'un sulfure méthylé bout plus haut que le mercaptan générateur.

Au cours de mes recherches sur les composés organiques sulfurés, j'ai naturellement envisagé ce problème et je puis, en m'appuyant sur un nombre considérable d'exemples tirés des travaux de mes devanciers et des miens, formuler la proposition suivante :

La substitution du soufre à l'oxygène élève le point d'ébullition des composés, excepté quand elle a lieu dans l'oxhydrile de l'eau et des premiers termes des alcools, des phénols et des acides.

Voici tout d'abord quelques chiffres qui établissent les exceptions :

(¹) L. HENRY, *Bull. Ac. royale de Belgique*, t. 9, 1907, p. 746 ; t. 10, 1908, p. 74.
(²) W. RAMSAY et J. SHIELDS, *J. chem. Society*, t. 63, 1893, p. 1089.

	Ébullition.		Ébullition.	Différence
Hydrogène sulfuré HSH	− 63°	Eau HOH	100°	163°
Méthylmercaptan CH^3SH	+ 6	Alcool méthylique CH^3OH	66	60
Propène-thiol $CH^2:CHCH^2SH$	90	Alc. allylique $CH^2:CHCH^2OH$	97	7
Éthane-dithiol HSC^2H^4SH	146	Glycol HOC^2H^4OH	197	51
Thiophénol C^6H^5SH	172,5	Phénol C^6H^5OH	181	9
Acide thioacétique CH^3COSH	93	Acide acétique CH^3COOH	119	26

On voit ici des représentants des fonctions oxhydrilées : eau, alcool saturé, alcool éthylénique, glycol, phénol et acide, posséder un point d'ébullition supérieur à celui des composés sulfhydrilés correspondants. Mais il faut bien se garder de généraliser cette constatation, car le point d'ébullition des composés sulfurés homologues croît, en général, plus vite que celui des composés oxygénés, de sorte qu'il y a un *point de croisement* au delà duquel c'est le composé sulfhydrilé qui bout le plus haut. Pour les alcools gras saturés, ce point de croisement est en C^7 ; on a, en effet, $C^7H^{15}.OH$, éb. 175° ; $C^7H^{15}.SH$, éb. 174°-175° ; pour les phénols, c'est au carvacrol ou à l'α-naphtol qu'il se produit.

Dans tous les cas où elle n'a pas lieu dans l'oxhydrile, la substitution élève le point d'ébullition. L'examen du Tableau suivant, où sont représentées les fonctions les plus variées, enlèvera tout doute à cet égard :

Fonction, nom, formule et point d'ébullition du composé oxygéné.	Formule et point d'ébullition du composé sulfuré.	Différence des points d'ébullit.
A. — *Éthers-oxydes.*		
Oxyde de méthyle $(CH^3)^2O$ (−24°)	$(CH^3)^2S$ (37°,5)	61°
Anisol $C^6H^5O.CH^3$ (+156°)	$C^6H^5S.CH^3$ (187°)	31°
Oxyde de phényle $(C^6H^5)^2O$ (252°)	$(C^6H^5)^2S$ (292°)	40°
Glycol diméthylique $[CH^3O.CH^2-]^2$ (83°)	$[CH^3S.CH^2-]^2$ (183°)	2×50°
Formal diéthylique $CH^2(OC^2H^5)^2$ (88°)	$CH^2(SC^2H^5)^2$ (184°)	2×48°
Paraldéhyde $\left(CH^3CH\langle_{O-}\right)^3$ (124°)	$\left(CH^3CH\langle_{S-}\right)^3$ (247°)	3×41°
B. — *Éthers-sels.*		
Acétate de méthyle $CH^3CO.OCH^3$ (58°)	$CH^3CS.OCH^3$ (88°)	30°
» » »	$CH^3CO.SCH^3$ (95°)	37°
» » »	$CH^3CS.SCH^3$ (142°)	2×42°
Acétate de phényle $CH^3.CO.OC^6H^5$ (190°)	$CH^3CO.SC^6H^5$ (228°)	38°
Carbonate de méthyle $CO(OCH^3)^2$ (91°)	$CS(OCH^3)^2$ (119°)	28°
» » »	$CO(SCH^3)(OCH^3)$ (120°)	29°
» » »	$CS(SCH^3)(OCH^3)$ (167°)	2×38°
» » »	$CO(SCH^3)^2$ (169°)	2×39°
» » »	$CS(SCH^3)^2$ (225°)	3×45°
Chloroformiate de méthyle $Cl.CO.OCH^3$ (71°)	$Cl.CS.OCH^3$ (108°)	37°

Fonction, nom, formule et point d'ébullition du composé oxygéné.	Formule et point d'ébullition du composé sulfuré.	Différence des points d'ébullit.
	C. — *Amides et imides.*	
Diméthylacétamide $(CH^3)^2N.CO.CH^3$ (165°)	$(CH^3)^2N.CS.CH^3$ (238°).	73°
Diméthyluréthane $(CH^3)^2N.CO.OCH^3$ (131°)	$(CH^3)^2N.CS.OCH^3$ (193°)	62°
» »	$(CH^3)^2N.CO.SCH^3$ (180°)	49°
» »	$(CH^3)^2N.CS.SCH^3$ (243°)	2×56°
Tétraméthylurée $[(CH^3)^2N]^2CO$ (177°)	$[(CH^3)^2N]^2CS$ (245°)...	68°
Méthylcarbimide $CH^3N:CO$ (44°)	$CH^3N:CS$ (119°).......	75°
Éther imidothiocarb. $CH^3N:C\begin{smallmatrix}\diagup OCH^3\\ \diagdown SCH^3\end{smallmatrix}$ (143°)	$CH^3N:C(SCH^3)^2$ (192°)..	49°
	D. — *Divers.*	
Anhydride carbonique CO^2 (—79°)	CS^2 (47°).............	2×63°
Oxychlorure de carb. $COCl^2$ (+8°)	$CSCl^2$ (73°)...........	65°
Anhydride acétique $(CH^3CO)^2O$ (137°)	$(CH^3CO)^2S$ (157°)......	20°
Furfurane C^4H^4O (32°)	C^4H^4S (84°)...........	52°
αα-diméthyl-β-oxazol C^5H^7NO (108°)	C^5H^7NS (145°).........	37°
Oxychlorure de Ph. $POCl^3$ (110°)	$PSCl^3$ (124°,5).........	15°

Il serait aisé de faire ressortir certaines régularités en considérant les homologues des divers composés dont je n'ai fait ici figurer qu'un exemplaire, ordinairement le plus simple. Par contre, la diversité des différences correspondant à une substitution est telle qu'elle ne permet guère pour l'instant d'autre conclusion que la proposition ci-dessus énoncée. On remarquera seulement que la différence est surtout accentuée pour les corps à bas point d'ébullition $(CH^3)^2O$, CO^2, $COCl^2$, C^4H^4O, ce qui n'a rien de surprenant, et pour les composés azotés, qu'ils bouillent haut ou bas, ce qui est plus inattendu. Enfin, on constate que plusieurs substitutions successives, comme dans $CH^3.CO.OCH^3$, $CO(OCH^3)^2$, $(CH^3)^2N.CO.OCH^3$, causent des élévations qui vont sensiblement en croissant.

La comparaison des deux Tableaux, pour les substances qui s'y prêtent, ne fait naturellement que confirmer les observations de M. Henry. Toutefois, la forme que j'ai donnée à la relation de volatilité entre les composés sulfurés et les composés oxygénés correspondants permet de ne faire figurer les exceptions qu'au second plan ; la substitution du soufre à l'oxygène diminue la volatilité dans les molécules comparables au point de vue de l'association ; réciproquement, les anomalies de cette volatilité corroborent la complexité moléculaire des composés oxhydrilés établie par MM. Ramsay et Shields.

ANTHROPOLOGIE. — *Sur un squelette humain de l'époque moustérienne trouvé en Charente.* Note de M. HENRI MARTIN.

Nous avons découvert, le 18 septembre dernier, dans le département de la Charente, à la Quina, sur le Voultron (commune des Gardes) un squelette humain du type de Néanderthal.

Il reposait horizontalement, la tête en amont, à $4^m,50$ du pied de la falaise, près de la partie inférieure de la couche du gisement que j'ai désignée sous le nº 3 (¹), c'est-à-dire presque à la base du Moustérien inférieur.

Cette couche archéologique est un sable argileux verdâtre qui répond à un ancien lit vaseux du Voultron; elle est recouverte par les éboulements de la falaise qui autrefois s'avançait en corniche au-dessus de la rive.

Le squelette, enfoui dans le sable argileux à $0^m,80$ de profondeur, n'était entouré d'aucune sépulture et ne paraissait pas avoir été inhumé ; sa situation et sa position semblaient plutôt indiquer soit un cadavre jeté à la rivière du haut de la falaise et resté en place, soit un cadavre charrié par le courant, puis échoué.

Aucun bloc notable ne lui était superposé, le sable argileux qui l'environnait renfermait bien de petits fragments calcaires et, très disséminées, quelques-unes des pièces qu'on rencontre habituellement à ce niveau : racloirs, pointes à base plus ou moins épaisse, un très gros sphéroïde en calcaire et quelques os de ruminants et de cheval entaillés et utilisés, mais aucune des belles pièces qui caractérisent le Moustérien supérieur.

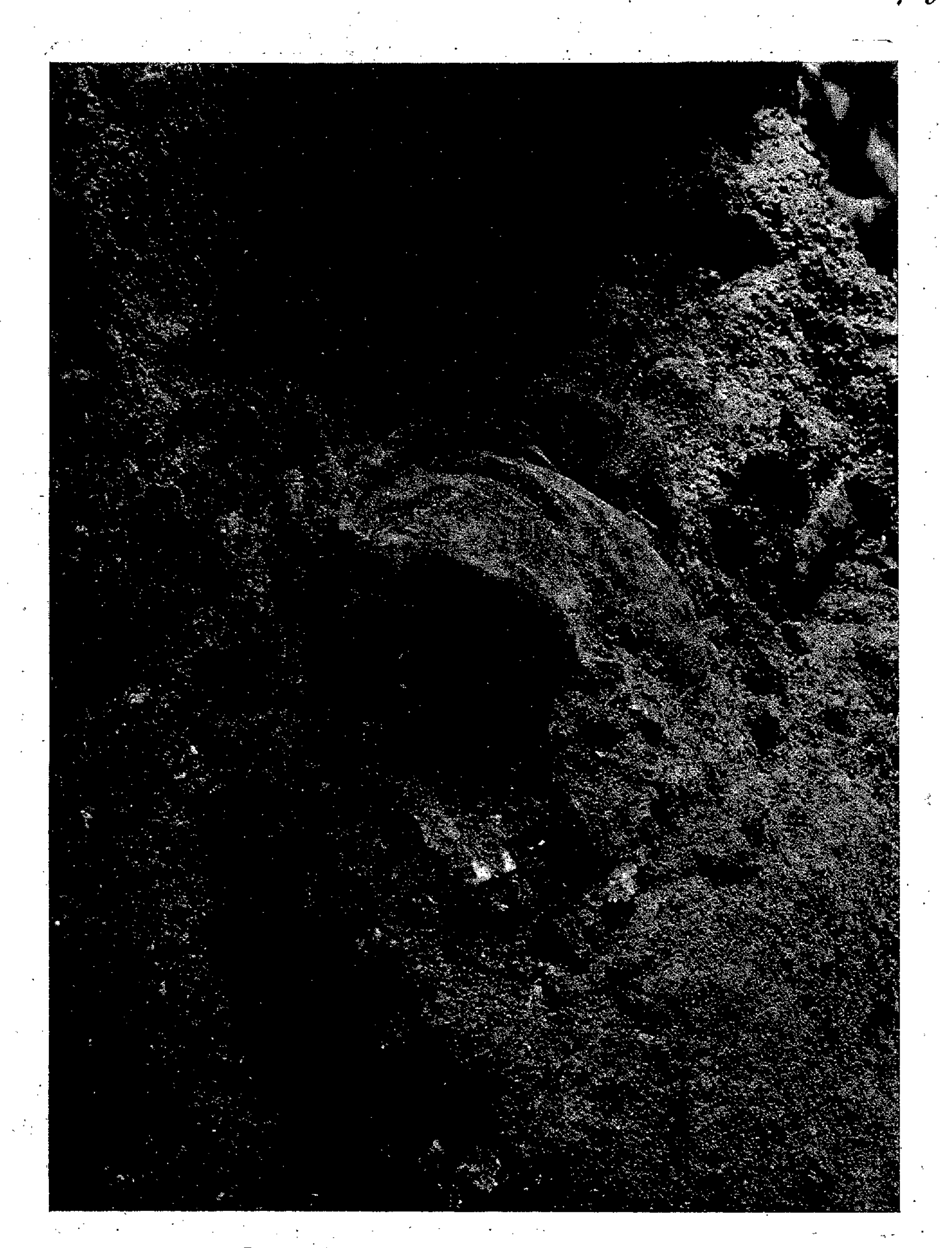
Cette assise étant parfaitement en place, n'ayant subi ni glissements ni remaniements, il est possible de dater l'époque où le corps y a été déposé et de la reporter à la base du Quaternaire moyen.

Les os ont subi, sans doute, une macération prolongée, dont l'effet a été une disjonction des pièces craniennes au niveau de leurs sutures, mais la reconstitution du crâne sera facile.

Tel qu'on en peut juger aujourd'hui, il offre à un haut degré les caractères anthropoïdes de la race de Néanderthal, plus même, semble-t-il, que les autres crânes quaternaires étudiés jusqu'ici. Ses arcades sourcilières s'avancent en une très épaisse visière, un peu relevée et limitée en arrière par un large sillon.

Ses dents sont très fortes, surtout les canines, qui atteignent un maximum

(¹) HENRI MARTIN, *Recherches sur l'évolution du Moustérien*, 2ᵉ fasc., p. 170, f. 5, cote A, et p. 181, f. 8, couche nº 3.



Le squelette de La Quina. Moustérien inférieur.
État du crâne pendant une des phases du dégagement.

exceptionnel chez l'homme actuel [1], au moins par leur épaisseur, car une usure très accentuée et à peu près uniforme pour toutes les dents, dont les cuspides n'existent plus, a réduit les couronnes à la moitié de leur hauteur normale.

Leurs racines présentent de nombreuses rugosités des saillies d'insertions ligamenteuses et des sillons transversaux indiquant de puissantes attaches alvéolaires; les racines des canines, au lieu d'être coniques, sont comprimées et marquées, de chaque côté, d'un profond sillon; leurs collets sont aussi très développés.

L'usure très forte et uniforme de ces dents dénote un long usage et, par conséquent, un sujet adulte, qui n'était cependant pas un vieillard, comme l'indiquent ses sutures craniennes non ossifiées.

Nous avons transporté dans notre laboratoire, près du gisement, le bloc de terre contenant ces restes humains, le dégagement du crâne est commencé, et nous entreprendrons ultérieurement celui des autres parties du squelette, quand les os, d'une extrême fragilité, auront pris une certaine consistance en séchant.

Le crâne et quelques fragments d'os longs ont seuls été ramenés à Paris; nous ne pouvons donc encore rien dire de la taille du sujet.

Quand il sera complètement reconstitué et que nous en aurons terminé l'étude, ce squelette quaternaire viendra enrichir les galeries du Muséum d'Histoire naturelle, car nous avons l'intention d'en faire don à cet établissement.

TÉRATOLOGIE. — *Sur un monstre humain bicéphale.* Note de MM. **R. Lacasse** et **A. Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Un accouchement au cours du huitième mois nous a permis d'observer la naissance d'un monstre à deux faces. Du sexe masculin, il pesait 2900^g. Le corps avait la forme ordinaire d'un fœtus humain. Le fait caractéristique était la présence d'une seule masse céphalique formée de deux têtes soudées ensemble. Sur un cou large à l'arrière de $7^{cm},5$ reposait une tête globuleuse qui mesurait $13^{cm},5$ de hauteur, 16^{cm} de largeur vue de face, et 10^{cm} de largeur vue de profil. Cette tête était pourvue de cheveux abondants.

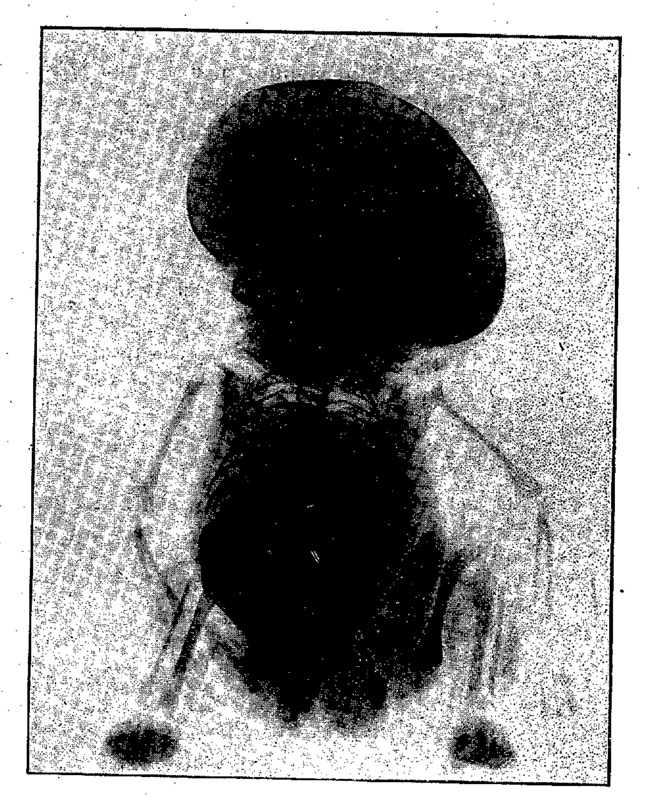
Au palper du cou, on sentait très distinctement comme deux colonnes

(1) De l'avis de M. Siffre et du nôtre.

vertébrales, mais il était impossible de se rendre compte de la disposition des deux têtes l'une par rapport à l'autre, têtes qui paraissaient étroitement unies. Les mentons étaient très voisins et les deux joues du côté de la soudure confluaient sans délimitation aucune.

Nous avons fait la radiographie de ce monstre. Elle montre avec netteté





une boîte cranienne unique. Les deux faces accolées sont bien dessinées. Les maxillaires inférieurs seuls sont indépendants. Le monstre offre une colonne vertébrale qui, unique dans sa partie inférieure, se bifurque à partir de la huitième vertèbre dorsale. Dans la région cervicale, les deux colonnes laissent entre elles un espace de 3^{mm} près de la ceinture scapulaire et de $1^{cm},5$ à la base du crâne.

La dissection ne nous a rien révélé de particulier pour les organes internes du tronc et du cou, les organes ne sont pas dédoublés. Le foie est volumineux, le cœur et les poumons sont normaux. Les artères et les veines ont leur répartition habituelle. L'œsophage est unique et les deux bouches s'ouvrent dans le même pharynx.

L'étude particulière des os permet de comprendre l'accolement des deux têtes.

On reconnaît de suite l'individualité de chacun des deux crânes, qui montrent deux frontaux, deux pariétaux avec des fontanelles antérieures et postérieures très nettes. Mais il n'y a qu'un occipital pour les deux têtes : c'est par cet os plus long et plus large que de coutume que s'est effectuée la soudure à l'arrière.

Sur les côtés externes et à leur partie inférieure, les crânes présentent des os normaux; ils sont soudés par les pariétaux qui s'engrènent intimement et qui leur forment une voûte unique tandis que leurs cavités encéphaliques communiquent librement par suite de l'absence des temporaux à l'endroit de la soudure. Il n'y a qu'un sphénoïde commun.

Chaque crâne possède en propre deux hémisphères cérébraux; ces cerveaux ne sont séparés l'un de l'autre que par des méninges très épaisses. Mais il n'existe qu'un seul cervelet placé dans une fosse cérébelleuse unique, au fond de laquelle s'ouvre le canal de la moelle épinière. On ne constate la présence que d'une seule moelle épinière alors qu'il paraît y avoir deux colonnes vertébrales dans la région supérieure du tronc.

Cette anomalie résulte de ce que la moelle continue son trajet normalement jusqu'à la région céphalique; ce n'est pas la colonne vertébrale qui se bifurque, mais bien chaque vertèbre qui se divise en deux parties qui s'écartent l'une de l'autre de façon à encadrer la moelle épinière au lieu de l'engainer.

Il y a donc lieu de considérer ce monstre bicéphale comme un fœtus normal dont les trois premiers cerveaux primitifs se seraient divisés longitudinalement en deux, tandis que les deux derniers restaient intacts. Cette supposition nous amène à conclure que la formation des os du crâne est sous la dépendance directe du développement du cerveau et en particulier des hémisphères cérébraux. La bifurcation de la colonne vertébrale serait due ici à un étirement des vertèbres dans le sens latéral alors qu'elles n'étaient pas encore ossifiées.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques larves de Poissons apodes.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les larves des Poissons apodes jouent, dans l'hydrobiologie marine, un rôle important. Leur existence pélagique, les difficultés de leur capture, malgré leur abondance, leurs migrations, leurs métamorphoses sont des plus caractéristiques. Mais si certaines, par exemple celles de l'Anguille et du Congre, commencent à être connues, il n'en est pas de même pour la plupart des autres, que les collections ne possèdent, du reste, qu'à l'état

d'exemplaires fort rares. Leur diversité, car on a pu cependant en décrire près d'une quarantaine de formes différentes, ajoute à l'intérêt qu'elles offrent. Aussi leur étude est-elle au nombre des principales questions présentes de l'Ichthyologie.

J'ai décrit dernièrement (*Bulletin de l'Institut océanographique*, n° 171, juin 1910) une de ces larves, recueillie au filet vertical, par le Prince de Monaco, en plein océan Atlantique. Je rapportais cette larve, d'après sa structure et sa possession d'un filament caudal, à ce type que les auteurs ont mentionné sous les deux noms d'*Oxystomus* (Rafinesque) et de *Tilurus* (Kölliker). Mais il devient impossible d'aller plus loin dans l'identification, les diagnoses données par les auteurs étant insuffisantes, et les caractères de mon exemplaire ne s'accordant pas toujours avec elles. La lecture de cette description a engagé M. J. Schmidt à me confier, pour l'étudier, la riche collection de *Tilurus* obtenue, ces dernières années, par le *Thor*, dans ses explorations océanographiques de l'Atlantique et de la Méditerranée. Cet examen, qui est aujourd'hui terminé, conduit à plusieurs conclusions.

1° On doit distinguer, suivant l'aspect du corps et la présence ou l'absence d'un filament caudal, deux types principaux parmi les larves des Poissons apodes : les *larves leptocéphaliennes* et les *larves tiluriennes*. Les premières ont un corps oblong, dont la longueur ne dépasse guère, en moyenne, douze à quinze fois la hauteur; elles manquent de filament caudal. Les secondes ont un corps rubané, dont la longueur dépasse, en moyenne, vingt fois la hauteur, et souvent davantage ; elles portent un filament caudal.

2° Les auteurs inclinent à considérer *Oxystomus* et *Tilurus* comme faisant double emploi. Ceci n'est pas. Les exemplaires du *Thor* sont bien des *Tilurus*, tels que Kölliker les a décrits succinctement. Par contre, il est encore impossible d'identifier *Oxystomus* de Rafinesque, que ses mandibules longues et pointues avec prédominance de l'inférieure, sa privation de nageoires, séparent nettement de *Tilurus*.

3° On peut reconnaître, parmi les larves tiluriennes, trois formes différentes. La première (*Tilurus*), la moins rare, est celle que Kölliker a le premier signalée comme provenant du détroit de Messine, et dont le *Thor* a recueilli une vingtaine d'individus dans l'Atlantique, au large des côtes d'Europe. Elle se caractérise par son filament caudal terminé en pointe, étroit et caduc ; par son anus très reculé ; par sa nageoire dorsale étendue sur le tronc entier, et commençant en arrière ou peu en arrière de la tête ; par ses mâchoires munies de fortes dents ; par ses yeux sphériques et nor-

maux. Cette forme se subdivise, à son tour, en plusieurs catégories, trois au moins. La deuxième, à laquelle je donne le nom de *Tiluropsis*, s'écarte de la précédente par ses yeux télescopiques, oblongs, à grand axe vertical. Les exemplaires, peu abondants, proviennent de l'Atlantique. La troisième, que je nomme *Tilurella*, est celle de la larve recueillie par le Prince de Monaco. Elle se caractérise par son filament caudal persistant, assez large, que termine une petite nageoire caudale; par son anus moins reculé; par sa nageoire dorsale limitée à la région post-anale; par ses mâchoires munies de dents très fines; les yeux sont sphériques, normaux.

4° Le filament caudal des larves tiluriennes est constitué par la région terminale et effilée de la zone post-anale du tronc. Celui de *Tilurella* est persistant. Celui de *Tilurus* et de *Tiluropsis*, destiné à tomber, doit manquer aux adultes issus de ces larves. Il n'offre, aux états les plus jeunes de son développement, aucune disposition particulière; il contient de bout en bout les extrémités postérieures de la notocorde, du neuraxe, et prolonge simplement le tronc. Plus tard, les corps vertébraux, en prenant naissance, ne se façonnent point dans la zone post-anale entière, mais seulement au voisinage de l'anus, et sur une étendue égale au quart environ de la zone. Les trois quarts postérieurs de cette dernière, ainsi laissés en dehors de l'évolution normale, augmentent peu, conservent leur structure première et constituent un grêle filament caduc. Avant la chute, et dans le plan de déhiscence, les pièces hypurales s'ébauchent pour servir de soutien à une nageoire caudale produite par une expansion de l'anale. Le filament venant à tomber, cette caudale de nouvelle formation occupe ainsi l'extrémité postérieure du corps. Ces faits méritent considération, car ils sont de la plus haute valeur, en morphologie comparée, au sujet de la nageoire caudale des Poissons.

5° La série des métamorphoses n'est connue que chez une minorité des Poissons apodes. Aussi est-il impossible de rapporter à leurs espèces la plupart des formes décrites, comme de distinguer entre celles qui appartiennent à des espèces différentes et celles qui dépendent du cycle embryonnaire d'une même espèce. J'ai déjà montré qu'on peut prendre *Tilurella* pour l'une des phases larvaires d'un Némichthyidé. Mais il est difficile d'affirmer quoi que ce soit sur *Tilurus* et *Tiluropsis*, bien que certaines dispositions paraissent les rattacher à des Murénidés ou à des Simenchélydés.

6° La conclusion dernière est qu'il ne faut plus considérer les larves des Poissons apodes comme appartenant toutes au cycle leptocéphalien. La diversité, parmi elles, paraît beaucoup plus grande. Le type tilurien, qui semblait secondaire jusqu'ici, et borné à la Méditerranée, offre une réelle

importance, autant par lui-même que par son extension géographique. Sans doute est-il particulier à certaines familles de ces Poissons, et ne se rencontre-t-il que chez elles; à l'exclusion d'autres familles, comme les Anguillidés et les Congéridés, qui ne passent que par des phases leptocéphaliennes.

ZOOLOGIE. — *Échinodermes antarctiques provenant de la Campagne du* Pourquoi-Pas? Note de M. **R. Koehler**, présentée par M. Edmond Perrier.

La collection d'Échinodermes recueillis par le Dr Charcot au cours de la campagne du *Pourquoi-Pas?* est certainement la plus riche qui ait été rapportée des mers antarctiques. Le total des espèces d'Astéries, Ophiures et Échinides que renferme cette collection s'élève à cinquante-quatre, parmi lesquelles vingt-cinq sont nouvelles.

La plupart de ces formes ont été rencontrées au delà du cercle polaire antarctique, vers l'île Adélaïde et la Terre Alexandre Ier. Le Mémoire descriptif, accompagné de seize planches doubles, dans lequel j'étudie ces Échinodermes, est actuellement terminé : je me contenterai d'attirer ici l'attention sur quelques-uns des faits généraux les plus saillants qui résultent de cette étude.

Astéries. — Les Astéries comprennent vingt-huit espèces dont quatorze sont nouvelles et quatre forment autant de genres nouveaux. A l'un de ces derniers appartient une superbe Étoile de mer dont le diamètre atteignait 44^{cm}. Ce genre, auquel j'ai donné le nom de *Priamaster*, rentre dans les *Paxillosa* mais il est remarquable par la disposition quadrisériée des tubes ambulacraires; il constitue le type d'une famille nouvelle voisine des Archastéridées. Les autres genres nouveaux appartiennent respectivement aux Astériidées (*Autasterias*), Solastéridées (*Leucaster*) et Odontastéridée (*Pseudontaster*).

J'ai rencontré, dans les Astéries rapportées, une deuxième espèce de ce curieux genre *Cryaster* découvert par la première Expédition Charcot et qui paraît décidément très répandu dans l'Antarctique, puisque j'ai trouvé le *Cryaster antarcticus* dans les collections rapportées du Cap Royds (77°32′ S; 166°12′ E) par l'Expédition Schackleton; le nouveau *Cryaster* s'appellera *C. Charcoti*. Parmi les Astéries nouvelles, je dédie aux membres de l'Expé-

dition les *Lophaster Gaini*, *Crossaster Godfroyi*, *Remaster Gourdoni* et *Bathybiaster Liouvillei*.

Quant aux espèces déjà connues, plusieurs d'entre elles ont été retrouvées par le *Pourquoi-Pas?* bien loin des localités où elles étaient connues jusqu'à présent et leur aire de distribution géographique se trouve ainsi considérablement augmentée : ainsi les *Notasterias armata* Kœhler et *Coscinasterias Victoriæ* Kœhler du cap Royds, ont été retrouvées par l'Expédition Charcot, la première vers la Terre Alexandre Ier, la seconde par 60° S et 65° W, c'est-à-dire à plus de 120° en longitude du lieu où ces espèces ont été découvertes par l'Expédition Shackleton.

Ophiures. — Le nombre des espèces s'élève en tout à dix-sept, dont six sont nouvelles avec deux genres nouveaux. D'un de ces genres (*Ophioperla*) rappelle les *Ophioglypha*, mais la face dorsale est couverte de granules comme chez les *Ophioderma*; le deuxième (*Astrochlamys*) appartient aux Euryalidées : c'est une forme très curieuse en raison de ses affinités multiples. Parmi les espèces nouvelles, je citerai l'*Ophioglypha Rouchi* et l'*Ophiosteira Senouqui* : cette dernière est la deuxième espèce d'un genre tout à fait spécial aux mers antarctiques et dont le type a été découvert par la *Southern-Cross* au cap Adare; *Amphiura Joubini* nov. sp. est remarquable par la taille de son disque.

Quant aux formes connues, plusieurs d'entre elles se rapportent à des espèces que j'ai décrites autrefois d'après les collections de la *Belgica*. D'autres sont très intéressantes au point de vue de la géographie zoologique. Ainsi l'*Ophiacantha vivipara*, connue surtout dans les régions magellanes, a été capturée par le *Pourquoi-Pas?* en diverses localités jusqu'au 68° 34' S. L'*Ophiodiplax disjuncta*, que j'ai décrite tout récemment d'après des exemplaires rencontrés au cap Royds par l'Expédition Shackleton, a été retrouvée par le Dr Charcot vers 60° S et 70° W. L'*Ophionotus Victoriæ* a été recueillie en exemplaires extrêmement nombreux, mais ceux-ci sont particulièrement remarquables par leur grande taille et dans quelques-uns le diamètre du disque atteint 44^{mm}.

Échinides. — Ils renferment neuf espèces dont cinq nouvelles avec un genre nouveau : ce dernier, auquel j'ai donné le nom de *Parapneustes*, est représenté par deux espèces différentes. Les autres formes nouvelles comprennent un *Amphipneustes*, genre essentiellement antarctique et deux Cidaridés. Dans l'un de ceux-ci, l'*Eurocidaris Perrieri*, j'ai retrouvé un

très curieux parasite, l'*Echinophyces mirabilis*, découvert par Mortensen dans deux autres Oursins antarctiques et rapporté par ce savant aux Myxomycètes. Ce parasite se développe dans le tissu calcaire des grands piquants et il provoque chez son hôte des modifications étonnantes portant non seulement sur les caractères extérieurs de ces piquants, mais sur la forme et la pigmentation des pédicellaires ainsi que sur la situation des orifices génitaux; le facies des individus parasités est tellement différent de celui des exemplaires normaux qu'on serait tenté de les placer dans deux genres distincts.

Parmi les Échinides déjà connus, je mentionnerai seulement le *Parabatus Shackletoni* Kœhler : c'est encore une espèce découverte au cap Royds et retrouvé par le *Pourquoi-Pas?* à une très grande distance de cette dernière localité.

Tous ces faits sont extrêmement intéressants mais je ne puis que les effleurer ici.

La collection des Astéries, Ophiures et Échinides recueillie par le *Pourquoi-Pas?* constitue un ensemble ayant un caractère tout à fait spécial et sans analogie avec aucune faune provenant d'autres régions du globe. Son étude confirme ce que j'ai déjà eu l'occasion d'écrire à différentes reprises, au sujet de l'extraordinaire variété des formes animales dans les mers antarctiques et de l'absence de formes bipolaires. Je reviendrai sur ces différents points dans mon Mémoire définitif.

J'ajouterai encore un renseignement qui a son intérêt puisque les collections du Dr Charcot sont destinées au Jardin des Plantes : les Échinodermes qui m'ont été remis sont dans un état de conservation parfait; ils ont été admirablement préparés et l'on ne peut que féliciter M. Gain des soins qu'il a donnés à cette belle collection.

GÉOLOGIE. — *Essai d'une Carte géologique de l'Afrique occidentale.* Note de M. **Henry Hubert**, présentée par M. le Prince Roland Bonaparte.

A l'issue de la publication des résultats de la mission scientifique dont M. le Gouverneur Liotard avait bien voulu me charger au Dahomey, M. le Gouverneur général Ponty me faisait l'honneur de me confier en 1908 une nouvelle mission ayant pour objet l'étude des formations géologiques et des ressources minérales des régions soudanaises, en particulier celles de

la Boucle du Niger. Le choix de ces régions était surtout guidé par l'intérêt qu'il y avait alors à relier entre eux, par des itinéraires géologiques, les territoires de l'Ouest africain déjà visités (Sénégal, Guinée, basse Côte d'Ivoire, Dahomey, Sahara), de façon à obtenir, dans le plus court délai possible, une première esquisse d'ensemble. Aussi, mes recherches sur le terrain terminées, me suis-je aussitôt efforcé de faire ressortir l'état actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique occidentale, en établissant une Carte au $\frac{1}{5\,000\,000}$ dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui une première épreuve à l'Académie des Sciences.

Il est évident qu'en raison de la surface considérable des territoires représentés, s'étendant, sur 33 degrés de longitude, de Dakar aux confins de l'Afrique équatoriale française et, sur 21 degrés de latitude, du Cameroun au Rio de Oro, il ne m'était possible d'établir un travail d'ensemble qu'en ajoutant à mes observations celles des explorateurs français et étrangers ayant étudié les pays voisins de ceux que j'ai visités. Cette Carte résume donc les éléments suivants :

1° Les cartes géologiques générales établies antérieurement par : Stromer von Reichenbach (Cameroun $\frac{1}{4\,000\,000}$), Gautier (Sahara $\frac{1}{1\,250\,000}$), Chudeau (Sahara $\frac{1}{1\,250\,000}$; deux feuilles), Hubert (Dahomey $\frac{1}{1\,250\,000}$), Lemoine (Sénégal env. $\frac{1}{6\,200\,000}$), de Lamothe (Haut-Sénégal et Niger $\frac{1}{8\,000\,000}$), Falconer (Nigéria septentrionale $\frac{1}{2\,000\,000}$), Hubert (Haut-Sénégal et Niger, Guinée française, Côte d'Ivoire $\frac{1}{1\,000\,000}$, deux feuilles) ;

2° Les travaux relatifs à la géologie des territoires français et étrangers de l'Afrique occidentale. En raison de l'abondance de ces travaux, pour lesquels mon interprétation a été réduite au minimum, il est matériellement impossible d'en donner ici la bibliographie; celle-ci sera d'ailleurs publiée d'autre part;

3° La détermination et l'étude des échantillons provenant de l'Afrique occidentale et ayant été réunis au Muséum national d'Histoire naturelle (laboratoires de Minéralogie et de Géologie).

Je décrirai brièvement les formations géologiques représentées :

Pléistocène et actuel. — Formations donnant lieu parfois à des accumulations puissantes ; elles sont marines (Mauritanie à Guinée, Togo à Cameroun), fluviatiles (Niger, Bani), lacustres (Tchad), ou continentales (Dahomey, Sahara, Tchad). Celles du Rio de Oro, de la Mauritanie et du Tchad sont seules datées (pléistocènes).

Miocène. — Localisé sur le littoral du Rio de Oro.

Éocène. — Occupe la majeure partie de la colonie du Sénégal. Des dépôts

calcaires, continus en profondeur depuis le Cameroun jusqu'au Togo (d'où ils se relient sans doute à ceux de la Côte d'Ivoire), sont sans doute aussi éocènes, bien qu'insuffisamment datés. Des formations éocènes seraient encore largement représentées dans la Nigeria septentrionale; mais, faute d'éléments permettant d'en tracer les limites pour les territoires français, j'ai ramené provisoirement ces formations au Crétacé, suivant les vues antérieures des auteurs français.

Crétacé. — Reconnu à Dakar, dans la Nigeria méridionale et au Cameroun, le Crétacé est surtout développé dans les régions désertiques entre le Niger et le lac Tchad, au delà duquel il se relie sans doute au Crétacé du Désert Libyque. C'est toujours du Turonien ou du Maëstrichtien (Sénonien exceptionnellement), sauf la partie comprise entre Agadès et Zinder, rapporté provisoirement au Crétacé inférieur.

A côté de ces formations secondaires, j'ai placé provisoirement, mais sans les identifier, celles de Koro et d'Oti, également postérieures aux grès siliceux horizontaux. Il faudra peut-être y rapporter aussi les dépôts du Niger, en amont de Tombouctou.

Carbonifère. — Localisé dans la région de Taodenni.

Grès siliceux horizontaux. — Ils se traduisent dans le modelé par des plateaux isolés par l'érosion. Depuis Hombori (Boucle du Niger) jusqu'à Atar (Mauritanie), ils forment même un immense plateau originellement continu, limité extérieurement par une falaise abrupte et entamé seulement par les vallées de la Volta, du Niger-Bani et du Sénégal. Ils sont dévoniens en Mauritanie et au Sahara; leur âge est douteux ou inconnu ailleurs. Partout ils présentent entre eux de grandes analogies d'aspect.

Roches sédimentaires métamorphisées. — En ce qui concerne les formations antérieures aux grès siliceux, au sujet desquelles les opinions demeurent divergentes, il m'a paru indispensable de faire une coupure entre les schistes cristallins proprement dits et les roches sédimentaires métamorphisées. Cette distinction, purement pétrographique, peut, par cela même, être quelquefois artificielle. Mais elle a l'avantage de ne rien préjuger quant à l'âge absolu des formations, et de correspondre dans l'ensemble, pour les pays que j'ai visités, à des différences au point de vue de la genèse et de l'âge.

Là où je les ai observées, les roches sédimentaires métamorphisées sont

toujours postérieures aux schistes cristallins. Elles couvrent de vastes espaces et sont surtout représentées par des schistes micacés (régions soudanaises) ou des quartzites (Dahomey, Togo). Leur âge absolu, certainement variable suivant les régions, a été à plusieurs reprises rapporté provisoirement au Silurien.

Schistes cristallins. — Largement représentés en Afrique occidentale. Au sud du 14e parallèle et à l'ouest de la Nigeria, les orthogneiss dominent.

Roches éruptives anciennes. — *a. Série granite-syénite.* — Les granites sont très abondants au milieu des schistes cristallins où ils se présentent sous forme de filons ou de petits massifs. Les autres types de cette série sont rares.

b. Série diorite-gabbro-péridotite. — A l'encontre de la série précédente, celle-ci est plus spécialement localisée au Soudan au milieu des roches sédimentaires métamorphisées, dont elle accentue ainsi la différenciation. Les types microlitiques de cette série ont été fréquemment observés.

Roches volcaniques récentes. — Les plus anciennes datent du Crétacé supérieur au Sénégal, alors que les plus récentes sont actuelles au Cameroun. On les a rencontrées encore dans la Gold-Coast, la Côte-d'Ivoire (?), la Nigeria, Fernando-Po et le Sahara.

Tectonique. — Les directions tectoniques générales ont été également indiquées.

La partie géographique de cette Carte a pu être établie avec toute la rigueur désirable, grâce à la fois aux travaux géologiques signalés plus haut, aux documents géographiques du Ministère des Colonies et aux levers topographiques que MM. les Gouverneurs généraux Ponty et Liotard, MM. les Gouverneurs Clozel et Angoulvent ont bien voulu faire mettre à ma disposition, et qui sont l'œuvre de fonctionnaires et d'officiers.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Dosage spectrophotométrique du xénon. Constance des rapports xénon-argon et xénon-krypton dans les mélanges gazeux naturels.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **A. Lepape**, présentée par M. H. Deslandres.

I. Nous avons fait connaître dernièrement une méthode spectrophotométrique de dosage du krypton, qui nous a permis de déterminer les pro-

portions de ce gaz, toujours minimes, contenues dans divers mélanges gazeux naturels (*Comptes rendus*, 13 mars 1911 et 27 mars 1911). Il nous a été possible d'étendre le même procédé à la détermination du xénon.

Nous mettons à profit, à cet effet, l'augmentation d'intensité que subit la raie bleu-indigo 4671,42 du xénon, la plus intense du spectre visible, lorsque la proportion de xénon croît dans un mélange d'argon et de xénon, et nous comparons les intensités à celles qu'on observe avec des mélanges d'argon et de xénon de composition connue (¹).

Pour diminuer l'erreur inhérente à l'appréciation d'intensité de la ligne du xénon, nous réalisons le plus possible, par des dilutions convenables dans de l'argon pur (exempt de xénon) et en profitant des indications d'une ou deux expériences préliminaires, une concentration en xénon équivalente à la concentration en argon brut de l'air qui donne l'égalité d'intensité des lignes du xénon 4671,42 et de l'argon 4702,5 *dans le même spectre*. Une erreur relative non négligeable, de ce fait, n'en persiste pas moins; et elle est certainement plus grande que celle qu'on commet dans le cas du krypton. Cela tient à ce que la raie du xénon étudiée présente des variations d'intensité moins régulières que celles du krypton, et aussi à ce qu'elle est située dans une région du spectre où l'œil possède une sensibilité très inférieure à celle dont il jouit dans le jaune, qui comprend la raie du krypton utilisée. Aussi, pour réduire les erreurs au minimum, faisons-nous le plus souvent plusieurs expériences pour chaque mélange : leur concordance étant satisfaisante, nous en prenons ensuite les moyennes. Pour étalonner notre appareil, nous n'avons pas effectué moins de 40 expériences sur l'argon brut de l'air.

La quantité minima de xénon que nous pouvons ainsi doser dans 4^{cm^3} du mélange argon-xénon est voisine du demi-millième de millimètre cube, soit, en poids, trois millionièmes de milligramme; ce qui, pour la concentration en xénon, correspond, en volumes, à $1,2.10^{-7}$, et, en poids, à 4.10^{-7}.

Il est à remarquer que, si cette méthode de dosage du xénon est moins exacte que celle que nous avons instituée pour le krypton, la comparaison des chiffres prouverait, par contre, qu'en définitive elle se trouve être un peu plus sensible.

II. Nous avons appliqué le procédé au dosage du xénon dans 17 gaz spontanés de sources thermales et 1 gaz volcanique (lequel a été obligeam-

(¹) L'argon *brut* de l'air (hélium, argon, néon, krypton, xénon), d'après les déterminations de Sir William Ramsay, effectuées par distillation fractionnée, renferme, en volumes, $6,3 \times 10^{-7}$ de xénon. C'est ce mélange titré qui, comme dans le cas du krypton, nous a servi pour l'étalonnage de notre appareil.

ment mis à notre disposition par M. Armand Gautier). On trouve ainsi que les teneurs de ces mélanges en xénon, toujours extrêmement faibles, peuvent être très différentes suivant la provenance. Si, au contraire, on considère les rapports xénon-argon et xénon-krypton, on constate que chacun d'eux oscille, dans des limites assez étroites, autour d'une valeur moyenne, laquelle est d'ailleurs voisine de celle qu'il possède dans l'air. Nous rassemblons, dans le Tableau suivant, les valeurs des rapports xénon-argon et xénon-krypton [1] dans les mélanges étudiés, en rendant égale à l'unité la valeur de chacun de ces rapports pour l'air :

Provenance du mélange gazeux.	$\dfrac{\frac{Xe}{Ar}\text{ (sources)}}{\frac{Xe}{Ar}\text{ (air)}}$	$\dfrac{\frac{Xe}{Kr}\text{ (sources)}}{\frac{Xe}{Kr}\text{ (air)}}$
Aix-les-Bains (Soufre)	1,6	1,3
Bagnères-de-Bigorre (Salies)	1,6	1,3
Bagnères-de-Luchon (Bordeu, n° 1)	1,6	1,3
» » (Ferras, enceinte)	1,2	1,1
» » (Saule, n° 2)	1,9	1,6
Bourbon-l'Archambault	1,6	1,1
Cauterets (La Raillère)	1,2	0,9
La Bourboule (Choussy)	2,2	1,2
Longwy (Récollets)	1,9	1,6
Luxeuil (Grand-Bain)	1,6	1,1
Nancy (Parc Sainte-Marie)	1,9	1,3
Plombières (Vauquelin)	1,9	1,3
» (n° 3)	1,6	1,3
Saint-Honoré	1,2	0,9
Uriage	1,9	1,6
Vichy (Chomel)	1,9	1,3
» (Grande-Grille)	2,5	1,6
Gaz du Vésuve	1,2	1,1
Air	1	1

Malgré que le champ de variation soit assez étendu, l'impression de constance ne se dégage pas moins nettement de l'examen d'ensemble de ces chiffres.

Si, maintenant, on considère ces nombres de plus près, on remarque d'abord que la valeur moyenne (1,6) des rapports xénon-argon est sensi-

[1] Les valeurs des rapports xénon-krypton ont été obtenues en divisant celles des rapports xénon-argon par les valeurs des rapports krypton-argon, que nous avons déterminées précédemment (*Comptes rendus*, 27 mars 1911).

blement supérieure à celle (égale à 1) de ce même rapport pour l'air. En second lieu, si l'on rapproche de ces chiffres les valeurs des rapports krypton-argon (*loc. cit.*), on observe que la valeur moyenne (1,6) du rapport xénon-argon surpasse sensiblement la valeur moyenne (1,2) du rapport krypton-argon dans les mélanges gazeux naturels, y compris l'air (où, rappelons-le, le rapport est, dans tout ce qui précède, et par convention, pris pour unité.

Ces nouveaux résultats s'accordent parfaitement avec l'hypothèse générale que nous avons formulée dernièrement pour expliquer la constance des rapports krypton-argon, laquelle, remontant jusqu'à la nébuleuse génératrice du système solaire, repose sur l'inertie chimique et l'état gazeux des deux éléments : comme ses congénères l'argon et le krypton, en effet, le xénon est aussi un gaz chimiquement inerte.

On voit, en définitive, que le mélange des trois gaz : argon, krypton, xénon, se comporte dans la nature, eu égard à la fixité des rapports, à peu près comme s'il constituait un composé défini.

SISMOLOGIE. — *Sur l'application de la suspension à la Cardan aux sismographes.* Note de M. **de Montessus de Ballore**, présentée par M. Ch. Barrois.

La suspension à la Cardan pure et simple n'a jamais été appliquée, que je sache du moins, à la construction des pendules sismographiques, car si le pendule astatique justement réputé de Wiechert repose bien sur des couples de ressorts placés en croix, il s'agit d'un pendule inverti et l'équilibre de la masse stationnaire n'est obtenu que grâce aux tiges des composantes horizontales. On sait, d'autre part, le grand avantage qu'il y aurait à pouvoir disposer à volonté et de façon simple de la période pendulaire propre et précisément la suspension ordinaire à la Cardan résout complètement le problème, car il suffira pour cela que les couteaux, ou mieux les pointes de la masse soient mobiles, et l'on pourra dès lors placer le centre de gravité à la hauteur correspondant à la période d'oscillation adoptée à l'avance. Un sismographe ne répond bien, en effet, qu'à tel ou tel ordre de grandeur des périodes du mouvement sismique et, par conséquent, cette facilité de faire varier la période pendulaire permettra d'adapter, au moins expérimentalement, l'appareil aux secousses locales, régionales, rapprochées ou non, et même aux téléséismes, suivant le genre de recherches qu'on se

propose dans chaque observatoire. On pourra aussi aller jusqu'à l'apériodicité presque complète sans le secours d'un accessoire amortisseur.

Un pendule construit récemment à Santiago d'après ces principes sert maintenant à y enregistrer les secousses du Chili jusqu'aux distances de 1000^{km} à 2000^{km} avec une masse de 65^{kg} seulement, tandis que, dans le même observatoire, un pendule Wiechert de 200^{kg} reste muet pour ces distances. Il paraît bien probable que si l'on avait pu disposer dans ce pays d'ateliers de mécanique de précision, il aurait été possible, tout en diminuant le poids de la masse stationnaire, d'augmenter la sensibilité de l'appareil jusqu'aux plus grandes distances; en un mot, le principe de la suspension à la Cardan semble applicable à la construction des télésismographes.

MM. **Frédéric de Mare** et **Charles Jacobs** adressent un Mémoire intitulé : *Les alliages et dépôts électrolytiques de radium.*

(Renvoi à l'examen de M. Villard.)

M. **A.-E. Mueller** adresse un Mémoire intitulé : *Claims of inventions. Aeroplane and dirigible of Capt. E.-E. Mueller.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 octobre 1911. (Suite.)

Lines in the arc spectra of elements, arranged in the order of their wavelengths, from wavelength 7950 to wavelength 2200, compiled by F. Stanley. Londres, Adam Hilger, 1911; 1 vol. in-8°.

Die hygienischen Verhältnisse der Insel Formosa, von T. Takaki. Dresde, C.-C. Meinhold et fils, 1911; 1 vol. in-8°.

Commissão geographica e geologica do Estado de São-Paulo. *Exploração do Rio Juqueryquerê*, 1911. São-Paulo, Rothschild et Cie, 1911; 1 fasc. in-f°.

Revista do Museu Paulista, publicada por H. von IHERING, Director do Museu, t. VIII. São-Paulo, 1911; 1 vol. in-8°.

The Tôhoku mathematical Journal, edited by T. HAYASHI; t. I, n° 1, july 1911; Sendai, Japan. Tôkyo, Y. Okura; 1 fas. in-8°.

Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences, à Harlem, et rédigées par J.-P. LOTSY; 3e série, A (Sciences exactes), t. I, livr. 1 et 2. 3e série, B (Sciences naturelles), t. I, livr. 1 et 2. La Haye, Martinus Nijhoff, 1911; 2 fasc. in-8°.

Monthly weather Review; t. XXXIX, n° 1, january, 1911, prepared under direction of WILLIS-L. MOORE, Chief U. S. Weather Bureau. Washington, Government printing Office, 1911; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 9 OCTOBRE 1911.

Les Foraminifères dans le Tertiaire des Philippines, par M. HENRI DOUVILLÉ, Membre de l'Institut. (Extr. de *The Philippine Journal of Science;* t. VI, n° 2, section D, avril 1911.) Manille, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Fougères récoltées par M. Alluaud dans l'Afrique orientale en 1908-1909, par S. A. le Prince ROLAND BONAPARTE, Membre de l'Institut. (Extr. du *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle*, 1911, n° 3, p. 163.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Opere scelte di AMEDEO AVOGADRO, pubblicate dalla R. Accademia delle Scienze di Torino. Turin, 1911; 1 vol. in-4°. (Exemplaire offert par l'Académie royale des Sciences de Turin; numéroté 13.)

Ministère des Colonies. *Documents de la Mission* TILHO, 1906-1909; t. II, et cartes 4, 5, 6 et 7. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-4° et une pochette contenant les cartes.

Observatoire de Bordeaux. *Catalogue photographique du Ciel : Coordonnées rectilignes;* Tome III : zone + 14° à + 16°. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°.

Sur la Flore dévonienne du bassin de la Basse-Loire, par M. ÉDOUARD BUREAU. (Extr. du *Bulletin de la Société des Sciences naturelles de l'Ouest de la France.*) Nantes, A. Dugas et Cie, 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. R. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

Die Flora der Trinil-Schichten. — Monographie der fossilen Flora der Pithecanthropus-Schichten. — Weltrichia und die Bennettitales. — Pagiophyllum Weissmanni im unteren Hauptmuschelkalk von Würzburg. — Ueber einen Fall von Bakterien-Plasmoptyse, par M. JULIUS SCHUSTER. 5 fasc. de divers formats. (Présenté par M. R. Zeiller. Hommage de l'auteur.)

Études sur les localisations germinales et leur potentialité réelle dans l'œuf parthénogénétique de « Rana fusca », par A. Brachet. (Extr. des *Archives de Biologie;* t. XXVI, 1911.) Liége, H. Vaillant-Carmanne; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Enseignement supérieur libre. *École française de Stomatologie : Programme de l'Enseignement;* 2e année scolaire, 1911-1912. Paris, impr. A. Leroy, 1911; 1 fasc. in-4°.

The Algol-system RT Persei, by Raymond-Smith Dugan. (*Contributions from the Princeton University Observatory;* n° 1 : *Photometric researches.*) Princeton, N. J., 1911; 1 fasc. in-4°.

The american Ephemeris and Nautical Almanac, for the year 1913. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

Geological Notes, by G. Henriksen. Christiania, Grondahl et fils, 1910; 1 fasc. in-12.

Hydrocyanic-acid gas fumigation in California : Fumigation of Citrus trees, by R.-S. Woglum. (U. S. Department of Agriculture. Bureau of Entomology; *Bulletin* n° 90, 1re partie, 13 mai 1911.) Washington; 1 fasc. in-8°.

Materials for a flora of Formosa, by B. Hayata. (*Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo;* t. XXX, art. I, 20 juin 1911.) Tokyo; 1 vol. in-4°.

Digest of comments on the pharmacopœia of the United States of America and the national Formulary for the calendar year ending 31 *december* 1911, by Murray Galt Motter and Martin I. Wilbert. Washington, Government Printing Office, 1911; 1 vol. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia; t. LXIII, part I, january-march, 1911. Philadelphie, 1911; 1 vol. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 OCTOBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** s'exprime en ces termes :

Je suis heureux d'annoncer à l'Académie qu'un certain nombre de savants éminents, venus à Paris, à l'occasion du Congrès des éphémérides astronomiques, sont aujourd'hui présents parmi nous. Ce sont :

Sir David Gill, Correspondant de l'Académie ;
MM. Backlund, Correspondant de l'Académie ;
Dyson, Astronome royal de l'Observatoire de Greenwich ;
Hough, Astronome royal du Cap ;
Cowell, Superintendent du *Nautical Almanac*;
Fritz Cohn, Directeur de l'Institut des calculs astronomiques de Berlin ;
Fichelberger, Directeur du *Nautical Almanac* de Washington ;
Général de Azcarate, Directeur de l'Observatoire et de l'*Almanaque nautico* de San Fernando ;
Boccardi, Directeur de l'Observatoire de Turin ;
Perrine, Directeur de l'Observatoire de Cordoba ;
Ch. André, Directeur de l'Observatoire de Lyon ;
Luc Picart, Directeur de l'Observatoire de Bordeaux ;
A. Verschaffel, Directeur de l'Observatoire d'Abbadia.

J'ai l'honneur de leur souhaiter la bienvenue et de les prier de prendre place parmi nous.

M. le **Président** rend compte en ces termes de la mission que l'Académie

a confiée à ses délégués, à propos de l'érection de la statue de *De Romas*, à Nérac :

Hier, en présence de M. le Président de la République, des délégués de l'Académie des Sciences, MM. d'Arsonval et votre Président, de la délégation de l'Académie de Bordeaux et des autorités régionales, a été célébrée à Nérac une belle fête scientifique et rendu un tardif hommage à un physicien français du XVIII[e] siècle trop longtemps oublié.

Le 12 juillet 1752, De Romas, lieutenant-assesseur au présidial de Nérac, faisait connaître, à l'Académie des Sciences de Bordeaux dont il était membre, un projet de cerf-volant destiné à capter la matière du tonnerre des nuages orageux. Moins d'un an après, en mai 1753, cette expérience fut réalisée par lui, à l'aide de son cerf-volant, muni d'une corde tissée de métal, qui lui permit de tirer des nuages des étincelles de plusieurs mètres de long avec lesquelles il put tuer un fort chien. Le bruit de ce tonnerre artificiel s'entendait au loin dans la ville. De Romas produisit aussi tous les autres effets des machines à électricité par frottement. Telle fut la démonstration définitive de la nature électrique de la foudre.

On sait que, presque à la même époque, Franklin faisait en Amérique une expérience analogue ; mais la corde de chanvre de son cerf-volant ne lui donna que des étincelles minimes ou douteuses. Cette expérience, exécutée secrètement, fut annoncée par lui, pour la première fois, dans une lettre écrite à Watson et communiquée à la Société royale de Londres en janvier 1753.

De Romas ne se borna pas à ces expériences retentissantes. Il montra que cette électricité des nuages existait même par beau temps. Il observa aussi qu'elle pouvait guérir quelquefois les paralytiques. On vit, sur la place de Nérac, un homme, incapable jusque-là de marcher et de travailler, et que De Romas avait traité durant plusieurs semaines par l'électricité des nuages, traverser le marché en portant sur ses épaules un sac de blé.

C'est ainsi que de Romas devint prophète dans son petit pays; mais l'Académie des Sciences de Paris ne lui rendit justice que tardivement par la voix de l'abbé Nollet qui reconnut ces faits et la priorité du projet annoncé à l'Académie de Bordeaux de sa célèbre expérience.

Vous lirez l'historique de ces remarquables découvertes dans le beau discours prononcé hier par M. d'Arsonval et dans l'ouvrage que M. le professeur Bergonié vient de consacrer à de Romas.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'ammoniaque dans les pluies et les neiges des stations d'observation de la Mission Charcot.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

L'ammoniaque est répandue dans l'atmosphère en proportions sensiblement constantes, comme l'ont démontré les observations de M. Th. Schlœsing, de MM. Müntz et Aubin. Les précipitations d'eaux météoriques en entraînent des quantités variables, qui ont été fixées par divers expérimentateurs. Comment se répartissent ces quantités au voisinage du Pôle Sud? L'expédition de M. Charcot nous a offert l'occasion de les déterminer.

M. l'enseigne de vaisseau Godfroy a, suivant les instructions que nous lui avons données, recueilli des échantillons d'eaux météoriques, les a préparés en vue de leur conservation et les a rapportés à notre laboratoire, où nous avons pu faire des dosages rigoureux.

Le principe de la méthode de préparation des échantillons, que nous avions établie pour d'autres recherches, consiste à distiller partiellement sur place, dans un appareil à serpentin renversé, les eaux météoriques recueillies. Les premières parties condensées sont reçues dans de l'acide sulfurique, qui est ensuite additionné d'alcool. On assure ainsi la conservation de l'ammoniaque sous un faible volume, et au retour, on peut en opérer le dosage.

M. Godfroy a ainsi prélevé 4 échantillons d'eaux de pluie et 14 de neige. Voici la désignation de ces échantillons, avec la proportion d'ammoniaque contenu par litre d'eau :

Date.	Échantillon.	Localité.	Lat. S.	Long. W.	Ammoniaque par litre d'eau.
			° ′ ″	° ′ ″	mg
15 janv. 1909...	Neige	En mer	68.00.00	71.20.00	0,57
28 janv. » ...	Neige	Sous l'île Jenny	67.43.00	70.46.00	0,42
20 mars » ...	Pluie	Port-Circoncision	65.11.00	66.35.00	9,82
24 mars » ...	Pluie	»	»	»	1,30
31 mai » ...	Neige	»	»	»	0,23
13 juill. » ...	Neige	»	»	»	0,16
26 juill. » ...	Neige	»	»	»	0,23
17 août » ...	Neige	»	»	»	0,15
24 août » ...	Neige	»	»	»	0,18
5 sept. » ...	Neige	»	»	»	0,17
21 sept. » ...	Neige	»	»	»	0,17

Date.	Échantillon.	Localité.	Lat. S.	Long. W.	Ammoniaque par litre d'eau.
			° ′ ″	° ′ ″	mg
5 oct. » ...	Neige	Port-Circoncision	65.11.00	66.35.00	0,40
25 oct. » ...	Neige	»	»	»	0,22
2 déc. » ...	Neige	Port-Foster (île Déception)	63.00.00	62.53.00	0,23
5 janv. 1910...	Pluie	Pendulum Cove (île Déception)	62.55.35	62.55.25	1,12
11 janv. » ...	Neige	En mer	69.13.00	78.42.00	1,24
18 janv. » ...	Neige	En mer	69.38.00	107.00.00	1,52
3 fév. » ...	Pluie	Baie Tuesday (extrême-ouest du détroit de Magellan)	52.51.00	79.07.00	0,25

Si nous comparons ces divers résultats à ceux qui ont été obtenus, notamment par Boussingault en France, par Lawes et Gilbert en Angleterre, par MM. Müntz et Aubin au sommet du Pic du Midi, nous constatons qu'ils ne s'éloignent pas sensiblement de ce qu'on avait trouvé jusqu'à présent sous nos climats.

Pour les neiges, le minimum, aux stations d'observation de la Mission Charcot, a été de $0^{mg},15$; le maximum, de $1^{mg},52$ par litre d'eau. La moyenne étant de $0^{mg},42$. Pour les pluies, le maximum a été de $9^{mg},82$; le minimum, de $0^{mg},25$, avec une moyenne de $3^{mg},12$. Le maximum pour les pluies est évidemment anormal, mais des résultats analogues ont été quelquefois constatés en Europe. Si nous ne tenons pas compte de ce chiffre, la moyenne pour les pluies est de $0^{mg},89$. Celle des pluies obtenues par Lawes et Gilbert est de $0^{mg},97$. Celle obtenue par Boussingault est de $0^{mg},52$.

Quant aux neiges, on sait qu'elles sont moins riches que les eaux de pluie. Ainsi, au Pic du Midi, les eaux météoriques recueillies par MM. Müntz et Aubin leur ont donné, pour les neiges, $0^{mg},06$ à $0^{mg},14$, tandis que les pluies de la même station leur ont donné de $0^{mg},12$ à $0^{mg},64$. Des résultats obtenus au voisinage du Pôle Sud par la Mission Charcot et de leur comparaison avec ceux obtenus en Europe, on peut donc conclure que la répartition de l'ammoniaque dans les pluies et les neiges est voisine de celle qui a été obtenue dans les diverses stations de l'Europe.

M. **Deslandres** fait hommage à l'Académie du Tome IV des *Annales de Meudon*, et dans les termes suivants :

« Le Tome IV représente trois années de recherches (de 1908 à 1910 inclus), consacrées aux couches supérieures de l'atmosphère solaire. Il y a

près de vingt ans, j'ai indiqué une méthode générale capable de déceler toutes les couches de vapeur de l'atmosphère entière, projetée sur le disque, couches basse, moyenne et supérieure. Les couches moyenne et basse ont été obtenues les premières ; mais les couches supérieures exigent des appareils très puissants qui ont pu être organisés seulement lorsque j'ai été mis à la tête de l'Observatoire de Meudon.

» Bref, nous avons pu, les premiers, isoler complètement, reconnaître et photographier les couches supérieures, qui offrent les propriétés les plus curieuses. Les principales épreuves, faites avec l'aide de d'Azambuja, aide-astronome, et de Burson, astronome assistant, sont reproduites dans les 40 planches des Volumes, qui ont été difficiles à obtenir en héliogravure, mais qui donnent une idée suffisante de ces régions nouvelles.

» La surface et les couches inférieures de l'atmosphère sont caractérisées, comme on sait, par les points noirs, qui sont les taches, et par les plages particulièrement brillantes, appelées *facules*. Or, dans les couches supérieures, les taches disparaissent presque absolument, les plages faculaires subsistent, mais avec des formes différentes, et l'on voit apparaître des lignes noires nouvelles, souvent très longues, que j'ai appelées *filaments*. De plus, d'autres lignes, moins noires, mais encore plus longues, nommées *alignements*, forment avec les filaments, sur le Soleil entier, un réseau à larges mailles. Les filaments sont constamment le siège de mouvements ascensionnels, et les protubérances sont intimement liées aux filaments et alignements, mais sans se confondre avec eux.

» Ce grand réseau de lignes noires, spécial à la couche supérieure, offre aux pôles des courbes curieuses qui les entourent, et ont pris, en 1910, un grand développement. Or, au même moment, les taches de la surface, qui diminuent depuis le dernier maximum de 1905, et sont toujours voisines de l'équateur, étaient faibles et peu nombreuses. Ainsi, le régime des variations et l'activité générale sont différents dans les couches basses et dans les couches élevées de l'atmosphère, et sont peut-être même opposés. D'où la nécessité d'étudier et de relever ces filaments supérieurs avec le même soin que les taches de la surface et avec la même continuité. »

M. L.-E. Bertin fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : *Lois du mouvement de translation accéléré ou ralenti, consécutif à un changement de la puissance développée par le moteur d'un navire.*

MÉMOIRES LUS.

Sur la Cosmogonie de Laplace ; par M. **Ch. André.**

Depuis une trentaine d'années, une certaine école cosmogonique mène grand train contre l'hypothèse nébulaire de Laplace ; chacun des faits nouveaux que révélait l'observation, dès qu'il paraissait un peu en dehors de cette cosmogonie, était immédiatement une arme entre ses mains et elle espérait bien que cette fois c'était le coup mortel. En vain les travaux de Roche, Darwin et Stratton démontraient-ils successivement que toutes les anomalies apparentes s'expliquaient aisément, sans qu'on ait à toucher pour cela à la conception fondamentale de l'illustre géomètre, cette école ne s'avouait pas vaincue ; et, tout récemment, un de ses représentants les plus autorisés, M. T.-J.-J. See, trouva contre elle un argument nouveau, irréfutable et qui, chose d'importance, viendrait d'un astronome français, de grande notoriété ; c'est ce qu'il appelle le *Criterium de Babinet*.

Voici la démonstration de l'astronome américain :

Il suppose que le Soleil tout entier a concouru à la formation des planètes, que, lors de la formation de l'une d'elles, il constituait une masse homogène uniformément répandue dans tout l'espace compris à l'intérieur de son orbite, et que, dans ses contractions successives l'amenant à constituer notre Soleil, cette masse soit restée constamment homogène; prenant ensuite une marche inverse, il part du mouvement actuel de rotation du Soleil et, se basant sur le principe de la conservation des aires, calcule quelle serait sa vitesse de rotation s'il était dilaté jusqu'à ce que son rayon devienne successivement le demi grand axe de chacune des orbites planétaires.

Ce calcul, il le fait pour chacune des planètes et chacun de ses satellites, et il arrive à des durées de rotation, dont les nombres suivants donnent un exemple :

La Terre	1673 ans	au lieu de	1 an.
Neptune	2 888 533 ans	»	165 ans.
Phobos	191 heures	»	8 heures.
Satellites de Neptune...	141 jours	»	6 jours.

Les vitesses de rotation correspondant à ces durées seraient évidemment beaucoup trop faibles pour que la force centrifuge balançât la pesanteur et, par suite, pour l'abandon d'un anneau équatorial isolé de la masse : M. See en conclut donc que la théorie de Laplace est insoutenable et absolument condamnée.

Or, si l'idée de ce calcul vient de Babinet, qui l'a effectué réellement pour la Terre et Neptune, le but que se proposait cet astronome était bien différent et sa conclusion était bien différente. Voici ce qu'il dit [1] :

« Plusieurs personnes ont pensé que le Soleil lui-même avait été primitivement dilaté de manière à remplir d'une façon homogène l'espace entier qu'occupent maintenant les planètes, quoique Laplace mentionne expressément qu'au moment de la formation de ces corps, c'est l'atmosphère seule du Soleil qui a cette vaste étendue. Nous avons un moyen mathématique de trancher la question, c'est de calculer, d'après le mouvement actuel de rotation du Soleil, quelle serait sa vitesse de rotation si, conservant la somme des aires que décrivent ses points matériels, il était dilaté de manière que son rayon devînt égal à la distance de la Terre au Soleil ou à celle de Neptune au Soleil. »

Babinet fait les calculs indiqués et en conclut, non pas que la théorie de Laplace, que son but était de défendre, était contredite par leurs résultats, mais bien que l'hypothèse nouvelle, ne pouvant rendre compte des faits, était inadmissible. Mais cette hypothèse n'est pas celle de Laplace ; elle est devenue celle de M. See, et tous ses résultats numériques ne prouvent rien autre chose, si ce n'est qu'elle est radicalement fausse. L'argument décisif, par lequel il prétendait ruiner le système de Laplace, s'évanouit donc de lui-même.

COMMISSION.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission du *prix Jean Raynaud* qui doit être décerné en 1911.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

MM. les Membres du Bureau de l'Académie; MM. **Poincaré**, **Roux**, **Alfred Picard**.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 52, p. 481.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Leonhardi Euleri *Opera omnia. Dioptrica* edidit Emil Cherbuliez. Volumen prius.

2° *Rapport scientifique sur les travaux entrepris en* 1910 *au moyen des subventions de la* Caisse des recherches scientifiques.

3° Service hydrométrique du bassin de la Seine : *Observations sur les cours d'eau et la pluie centralisées pendant l'année* 1910.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres pour occuper, dans la *deuxième Section de la Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. Troost.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon pendant le deuxième trimestre de* 1911. Note de M. **J. Guillaume**.

Il y a eu 69 jours d'observation dans ce trimestre et l'on en a déduit les principaux faits que voici :

Taches. — Par suite d'un réveil d'activité qui s'est manifesté en avril-mai, l'aire totale enregistrée est double de celle du trimestre précédent et le nombre des groupes de taches est augmenté d'un quart; on a, en effet, 726 millionièmes au lieu de 353, et 18 groupes au lieu de 14.

Leur répartition, de part et d'autre de l'équateur, est de 14 groupes au lieu de 11 dans l'hémisphère Sud et de 4 au lieu de 3 au Nord.

D'autre part, le disque solaire a été noté 27 jours sans taches : les 16, 20 avril; du 10 au 18 et le 24 mai; les 6, 7, 8, 14 au 21, 26, 27 et 28 juin. Il en résulte un nombre proportionnel trimestriel de 0,39 au lieu de 0,37 obtenu précédemment.

Régions d'activité. — Le nombre des groupes de facules enregistrés est sensiblement le même que celui du trimestre précédent : 74 au lieu de 73; mais leur surface totale est plus élevée d'un tiers avec 51,3 millièmes au lieu de 37,5.

Enfin, on constate que les facules continuent d'être beaucoup plus nombreuses au sud de l'équateur (55 groupes) qu'au nord (19).

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Avril 1911. — 0,11.			
28- 6	7	1,4	— 1		90
1- 7	4	7,6		+ 9	38
4-15	9	9,3	— 8		86
18	1	22,8	— 5		3
25	1	24,2	—10		8
22- 3	9	27,7	— 2		100
24-29	5	28,6	— 3		9
22- 3	9	28,7	— 6		125
22- 2	8	28,8	—11		34
	19 j.		— 5°,8	+ 9°	
		Mai. — 0,36.			
5- 8	3	3,6	—11		51
		Mai (suite).			
9	1	7,3	— 5		4
2- 5	3	8,4	—14		8
5- 9	4	9,4	— 8		18
21	1	20,8	—11		13
19-23	5	25,6	— 6		15
25- 5	9	30,8		+ 9	113
	28 j.		— 9°,2	+ 9°	
		Juin. — 0,68.			
2- 3	2	1,0		+ 9	4
22-23	2	25,4		+ 9	7
	22 j.		»	+9°	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1911.	Sud 90°-40°.	Sud 40°-30°.	Sud 30°-20°.	Sud 20°-10°.	Sud 10°-0°.	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°.	Nord 10°-20°.	Nord 20°-30°.	Nord 30°-40°.	Nord 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	»	»	»	1	7	8	1	1	»	»	»	»	9	493
Mai	»	»	»	3	3	6	1	1	»	»	»	»	7	222
Juin	»	»	»	»	»	0	2	2	»	»	»	»	2	11
Totaux	»	»	»	4	10	14	4	4	»	»	»	»	18	726

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1911.	Sud 90°-40°.	Sud 40°-30°.	Sud 30°-20°.	Sud 20°-10°.	Sud 10°-0°.	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°.	Nord 10°-20°.	Nord 20°-30°.	Nord 30°-40°.	Nord 40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Avril	2	1	2	7	9	21	4	2	1	1	»	»	25	17 7
Mai	2	2	1	6	7	18	8	3	2	1	1	1	26	20,6
Juin	2	2	1	3	8	16	7	2	2	1	1	1	23	13,0
Totaux	6	5	4	16	24	55	19	7	5	3	2	2	74	51,3

ASTRONOMIE. — *Sur le spectre de la comète de Brooks.* Note de M. **J. Bosler**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai eu l'occasion d'étudier, les 22 et 25 septembre derniers, le spectre de la comète de Brooks (1911 *c*) avec la chambre prismatique à miroir de $0^m,25$ et à prisme de flint, employée en 1910 pour les comètes Innes (1910 *a*) et de Halley. Cet appareil a un rapport d'ouverture de $\frac{1}{3}$ et la grande concentration de lumière qui en résulte permet de l'employer à la reconnaissance d'objets peu lumineux.

Je me suis servi de plaques Lumière Σ et de plaques orthochromatiques Wratten « Verichrome ». Les poses des trois clichés obtenus ont été respectivement 25^m, 1^h et 1^h35^m. Le spectre de comparaison employé était celui de Véga.

Les clichés montrent dans le noyau de la comète toute la série des bandes rouge, jaune, verte et bleu des hydrocarbures de longueurs d'onde voisines de λ 612 (1), 560 (4), 516 (8) et 473 (20) (1). On y voit aussi les radiations λ 436,5 (2) et 431 (2) qui ont la même origine ainsi que celles du cyanogène λ 421 (1,5) et λ 388 (20). En dehors de ces bandes qui constituent, on peut le dire, le spectre le plus ordinaire des comètes, on remarque dans la tête un groupe de radiations de longueurs d'onde respectives 407 (2), 405 (3), 401 (2) et 399 (1).

Le cliché du 25 septembre (pose 1^h35^m) permet, en outre, de reconnaître sur une certaine longueur les radiations principales du spectre de la queue. La radiation λ 401 déjà citée s'étend dans la queue jusqu'à 1° 30′ du noyau (2) : il en est de même de deux autres, de longueurs d'onde voisines de λ 425 et de λ 455, qui sont dans le noyau beaucoup moins fortement accentuées. On aperçoit encore vers λ 470 une radiation s'étendant jusqu'à une distance de 30′, alors que le spectre des hydrocarbures et celui du cyanogène sont pour ainsi dire limités à la tête. En un mot, et c'est là le point intéressant, le spectre de la queue est tout différent de celui de la tête : de plus, il est tout semblable à celui signalé pour la première fois par MM. Deslandres et

(1) Les chiffres entre parenthèses représentent les intensités relatives, 20 correspondant aux plus fortes radiations observées.

(2) Ces radiations de la queue peuvent s'étendre à une distance plus grande; dans le cas présent, elles ont été limitées par le bord même de la petite plaque photographique employée avec le miroir concave.

Bernard (1) dans la queue de la comète Daniel (1907 *d*). Ce même spectre, dont les principales radiations avaient pour longueurs d'onde approchées λ456, 426 et 401, a été retrouvé depuis par les mêmes observateurs, par moi et d'autres astronomes, dans la queue de la comète Morehouse (1908 *c*) (2). Il a été revu plus tard par MM. Slipher et Lampland (3), à Flagstaff (États-Unis), dans la queue de la comète de Halley. D'ailleurs, M. Fowler (4) a pu, en 1909, le reproduire dans le laboratoire par le spectre cathodique d'un mélange de gaz carbonés très raréfiés. On peut donc considérer, avec une certitude encore plus grande, l'ensemble de radiations que nous venons d'énumérer comme particulier aux queues cométaires.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Brooks, faites à l'Observatoire de Madrid.* Note de M. **Iniguez**, présentée par M. Bigourdan.

Des observations visuelles, photographiques et spectroscopiques de la comète de Brooks (1911 *c*), ont été faites à l'Observatoire de Madrid. Le noyau, toujours nébuleux, condensé au centre et s'évanouissant graduellement vers l'extérieur, avait, le 28 août, un diamètre de 10′, et il s'est agrandi progressivement, ayant le 18 septembre 17′, et arrivant le 21 à 21′, maximum de sa valeur d'après nos observations : cette valeur s'est conservée à peu près jusqu'à la fin de septembre.

Avec de faibles grossissements, on voyait une queue peu intense, difficile à suivre sur une grande longueur. Mais la photographie a été un moyen très efficace pour remédier à ce défaut de l'observation directe. M. Aguilar, astronome, a fait 13 clichés $13^{cm} \times 18^{cm}$ avec un doublet de Grubb de 6 pouces d'ouverture : en mesurant les images de la comète, on trouve une queue de 12′ de longueur le 12 août; le 18 septembre elle arrivait à 7° et le 28 elle atteignait 13°,5 au moins : on n'a pu la mesurer alors complètement, parce qu'elle dépassait les bords de la plaque.

La queue s'est montrée toujours formée par des fins filaments rectilignes entrecroisés et affectant une forme d'éventail très aigu. Le noyau jette d'autres filaments, s'étendant de l'un et de l'autre coté de la queue, mais à des distances peu considérables; la plus grande a été observée le 22 septembre : alors les filaments s'étendaient jusqu'à 3° du noyau.

(1) *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 445.
(2) *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 774 et p. 951; t. 148, p. 805.
(3) *Lowell Observatory Bulletin*, n° 47, et *Nature*, t. 83, 1910, p. 386.
(4) *Monthly Notices*, t. 70, 1909, p. 176.

Les filaments qui constituaient la queue présentaient de faibles ondulations, et l'on a observé aussi, quelquefois, de faibles condensations : en général, l'aspect de la queue était assez uniforme.

Les observations spectroscopiques ont été faites par MM. Jimenez et Carrasco. Avec un spectroscope à fente, on observa seulement trois images, jaune, vert et bleu, la seconde étant la plus intense.

Des photographies prises avec un prisme objectif de 12° d'angle réfringent, couvrant l'objectif de 8 pouces de l'équatorial de Grubb, avec des plaques isactinomatiques, ont montré sept condensations différentes. Le trois premières, en commençant par le côté rouge, mesurées par l'observation directe, avec le spectroscope à fente, ont été employées pour calculer les longueurs d'onde des autres, mesurées sur les plaques avec un macromicromètre. Les images 4 et 6 sont composées de plus d'une radiation; la quatrième est formée par trois lignes différentes et la sixième par cinq raies. Il semble que la septième image est, elle aussi, double; mais ses composantes n'étant pas bien nettes, nous l'avons mesurée comme simple.

Les résultats donnent les valeurs suivantes pour les longueurs d'onde des raies mesurées : λ 555, 514 et 472, pour les trois premières images respectivement; λ 440, 434 et 432 pour les trois raies formant la quatrième image; λ 423 pour la cinquième; λ 410, 407, 405, 404 et 402 pour les cinq composantes de la sixième image, et λ 388 pour la septième. De plus, le spectre est traversé dans toute sa longueur par un très faible spectre continu.

Le commencement de la queue se révèle faiblement dans les trois premières images.

Les résultats numériques ci-dessus sont les moyennes des réductions, du reste très concordantes, des mesures faites sur quatre plaques prises les 19, 25 et 26 septembre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines équations intégrales d'un type nouveau, et sur quelques problèmes qui s'y rattachent.* Note de M. **Henri Villat**, présentée par M. Émile Picard.

Dans l'étude de certains problèmes d'hydrodynamique et d'analyse, j'ai rencontré et résolu par des procédés indirects certaines équations intégrales de la forme suivante :

$$\varphi(x)+\int_a^b [\varphi(s)-\varphi(x)]\,\mathrm{F}(s,x)\,ds=\psi(x), \tag{1}$$

où l'inconnue est $\varphi(x)$, dans l'intervalle ab, et où le *noyau* $F(s, x)$ devient infini comme $\frac{1}{s-x}$ pour $s = x$.

Les cas les plus essentiels que j'ai rencontrés se rattachent, en dernière analyse, à la question suivante : *Déterminer, si elle existe, la fonction analytique régulière dans un cercle* (de rayon 1), *dont la partie réelle soit donnée sur une partie de la circonférence-frontière et la partie imaginaire sur le reste de la circonférence* (ce reste peut être constitué par un arc c, ou par deux arcs c et c_1).

Appelant $\varphi(\theta)$ et $\varphi_1(\theta)$ la valeur inconnue de la partie réelle en un point $e^{i\theta}$ de c ou c_1, on montre que tout revient à résoudre :

Dans le premier cas, l'équation

$$(2) \qquad \int_\alpha^\beta [\varphi(s) - \varphi(\varepsilon)] \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \varphi(\varepsilon) \log \frac{\sin^2 \frac{\varepsilon - \beta}{2}}{\sin^2 \frac{\varepsilon-\alpha}{2}} = \psi(\varepsilon),$$

et dans le second cas, le système simultané

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \displaystyle\int_\alpha^\beta [\varphi(s) - \varphi(\varepsilon)] \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \int_\gamma^\delta \varphi_1(s) \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \varphi(\varepsilon) \log \frac{\sin^2 \frac{\varepsilon-\beta}{2}}{\sin^2 \frac{\varepsilon-\alpha}{2}} = (\varepsilon) \\ \qquad\qquad (\alpha < \varepsilon < \beta), \\ \displaystyle\int_\alpha^\beta \varphi(s) \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \int_\gamma^\delta [\varphi_1(s) - \varphi_1(\varepsilon)] \cot\frac{s-\varepsilon}{2}\, ds + \varphi_1(\varepsilon) \log \frac{\sin^2 \frac{\varepsilon-\delta}{2}}{\sin^2 \frac{\varepsilon-\gamma}{2}} = \psi_1(\varepsilon) \\ \qquad\qquad (\gamma < \varepsilon < \delta), \end{array} \right.$$

où $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ sont les arguments des extrémités de c et c_1, et où ψ et ψ_1 sont connus.

Pour résoudre ces équations, j'emploie l'artifice suivant :

Premier cas. — Je fais la représentation conforme du cercle donné sur un *demi-cercle*, de manière qu'à l'arc c corresponde le diamètre $-1 + 1$ du nouveau plan z. On est alors ramené à trouver une fonction $A(z)$ dont la partie réelle soit $f(\theta)$ au point $e^{i\theta} (0 < \theta < \pi)$, et la partie imaginaire $g(x)$ au point $x (-1 < x < 1)$. Pour cela :

1° Je construis la fonction régulière dans le demi-plan supérieur

$$U(z) = \frac{1}{\pi} \int_{-1}^{+1} \frac{g(u)}{u-z}\, du$$

dont la partie imaginaire est $g(x)$ pour $z=x$. La partie réelle de cette fonction prend la valeur $h(\theta)$ pour $z=e^{i\theta}$.

2° Je construis la fonction régulière dans le cercle de rayon 1 (*Comptes rendus*, t. 151, p. 1035),

$$V(z)=\frac{1}{\pi}\int_0^\pi [f(\theta)-h(\theta)]\frac{1-z^2}{1-2z\cos\theta+z^2}\,d\theta,$$

réelle sur l'axe réel, et dont la partie réelle est $f(\theta)-h(\theta)$ pour $z=e^{i\theta}$. Ceci nécessite que $h(\theta)$ soit sommable entre 0 et π.

On a alors

$$A(z)=U(z)+V(z),$$

et l'on peut alors démontrer que la solution de l'équation (2) est

$$\Phi\left[\frac{\sqrt{\sin\frac{\varepsilon-\alpha}{2}}-\sqrt{\sin\frac{\beta-\varepsilon}{2}}}{\sqrt{\sin\frac{\varepsilon-\alpha}{2}}+\sqrt{\sin\frac{\beta-\varepsilon}{2}}}\right]=\varphi(\varepsilon)$$

avec

$$\Phi(t)=\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{+1}\frac{g(u)-g(t)}{u-t}\,du+\frac{1}{\pi}g(t)\log\frac{1-t}{1+t}$$
$$+\frac{1}{\pi}\int_0^\pi [f(\theta)-h(\theta)]\frac{1-t^2}{1-2t\cos\theta+t^2}\,d\theta.$$

Deuxième cas. — On fera la représentation conforme du cercle sur une *demi-couronne* et l'on sera ramené à trouver une fonction $B(z)$ dont la partie réelle soit $f(\theta)$ ou $f_1(\theta)$ aux points $e^{i\theta}$ ou $qe^{i\theta}$ $(0<\theta<\pi)$ et la partie imaginaire $g(x)$ ou $g_1(x)$ pour $q<x<1$ ou $-1<x<-q$.

On opérera comme ci-dessus, et l'on aura

$$B(z)=U_1(z)+V_1(z)$$

avec d'abord

$$U_1(z)=\frac{1}{\pi}\int_{-1}^{-q}\frac{g_1(u)}{u-z}\,du+\frac{1}{\pi}\int_q^1\frac{g(u)}{u-z}\,du.$$

Puis la partie réelle de U_1 étant $h(\theta)$ ou $h_1(\theta)$ sur les *demi*-circonférences frontières, on posera

$$h(2\pi-\theta)=h(\theta),\qquad f(2\pi-\theta)=f(\theta),\qquad \ldots,$$

et l'on formera

$$V_1(z) = \frac{i\omega}{\pi^2}\int_0^{2\pi}[f(\theta) - h(\theta)]\,\zeta\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z - \frac{\omega}{\pi}\theta\right)d\theta$$
$$- \frac{i\omega}{\pi^2}\int_0^{2\pi}[f_1(\theta) - h_1(\theta)]\,\zeta_3\left(\frac{\omega}{i\pi}\log z - \frac{\omega}{\pi}\theta\right)d\theta$$

(*Comptes rendus*, t. 152, p. 681), où la restriction apparente

$$\int_0^{\pi}[f(\theta) - h(\theta)]\,d\theta = \int_0^{\pi}[f_1(\theta) - h_1(\theta)]\,d\theta$$

est facile à lever. D'où la solution du système (3).

Aux problèmes dont je viens d'esquisser rapidement la solution, on peut rattacher un certain nombre d'équations intégrales de la forme (1), qu'on saura résoudre. Il n'y a pas là qu'un simple jeu de formules, et la marche indirecte suivie me semble légitimée par ce fait que ces équations se rencontrent effectivement dans d'autres problèmes. Je ne citerai pour l'instant que l'équation

$$\int_a^b \frac{\varphi(s) - \varphi(x)}{s - x}\,ds + \varphi(x)\left(K + \log\frac{b - x}{x - a}\right) = \pi\psi(x),$$

où a, b, K sont des constantes quelconques, et dont l'intégrale est

$$\varphi(x) = -\frac{\pi}{K^2 + \pi^2}\int_a^b \frac{\psi(u) - \psi(x)}{u - x}\,du + \frac{\pi}{K^2 + \pi^2}\psi(x)\left(K - \log\frac{b - x}{x - a}\right).$$

MÉCANIQUE. — *La loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils.* Note de M. E. **Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

Dans les *Comptes rendus* du 19 juin 1911, M. Roy a fait connaître les formules qui régissent la propagation des discontinuités du premier ordre (ondes de choc) dans les fils. Je me propose de compléter ces formules en recherchant ce que devient, dans ce problème, la loi connue, pour les gaz, sous le nom de *loi adiabatique dynamique* d'Hugoniot. J'adopterai les notations de M. Roy et je désignerai en outre par $\overline{W} = \overline{u} + \overline{v} + \overline{w}$ la vitesse d'un point du fil.

Je supposerai la viscosité nulle ([1]) et le mouvement adiabatique.

L'équation (4) de M. Roy donne de suite

$$(1) \qquad \rho_0 V_0 = -\frac{\partial(\Theta\alpha)}{\partial u} = -\frac{\partial(\Theta\beta)}{\partial v} = -\frac{\partial(\Theta\gamma)}{\partial w}.$$

Écrivons maintenant l'équation des forces vives pour l'élément $\rho_0 V_0\, dt$ de fil parcouru par l'onde dans le temps dt. On a, en désignant par U l'énergie interne spécifique et en se rappelant que le mouvement est adiabatique :

$$(2) \qquad \rho_0 V_0 \frac{W_2^2 - W_1^2}{2} = \rho_0 V_0 (U_1 - U_2) + \Theta_1(\alpha_1 u_1 + \beta_1 v_1 + \gamma_1 w_1) - \Theta_2(\alpha_2 u_2 + \beta_2 v_2 + \gamma_2 w_2).$$

Le premier membre peut s'écrire

$$\frac{1}{2}\rho_0 V_0[(u_2 - u_1)(u_2 + u_1) + (v_2 - v_1)(v_2 + v_1) + (w_2 - w_1)(w_2 + w_1)].$$

En réduisant au moyen des équations (1), l'équation (2) prend la forme

$$(3) \qquad \Theta_1^2 - \Theta_2^2 + 2\rho_0^2 V_0^2 (U_2 - U_1) = 0.$$

Appliquons successivement cette formule aux deux espèces d'ondes de choc signalées par M. Roy.

Première espèce :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = +1, \qquad V_0^2 = -\frac{\rho_1 \rho_2}{\rho_0^2} \frac{\Theta_2 - \Theta_1}{\rho_2 - \rho_1}.$$

L'équation (3) devient

$$(4) \qquad (\Theta_1 + \Theta_2)(\rho_2 - \rho_1) + 2\rho_1\rho_2(U_2 - U_1) = 0.$$

C'est la même loi que pour les gaz. On en tirerait, en faisant intervenir le principe de Carnot, les mêmes conclusions que pour les gaz en ce qui concerne la vitesse des ondes de choc comparée à celle des ondes d'accélération et la nature des ondes de choc susceptibles de se propager.

([1]) Plus exactement, je considère, ainsi que je l'ai fait pour les gaz, que l'onde de choc est en réalité une quasi-onde et que la viscosité est négligeable partout, sauf dans le travail non compensé à la traversée de cette quasi-onde. Voir *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906).

Deuxième espèce :

$$\frac{\alpha_1}{\alpha_2} = \frac{\beta_1}{\beta_2} = \frac{\gamma_1}{\gamma_2} = -1, \qquad V_0^2 = \frac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\frac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2}.$$

L'équation (3) devient ici

$$(5) \qquad (\Theta_1 - \Theta_2)(\rho_1+\rho_2) + 2\rho_1\rho_2(U_2 - U_1) = 0.$$

C'est une forme différente de la loi adiabatique dynamique.

Pour voir ce que le principe de Carnot apprend sur ces ondes, prenons pour variables la densité ρ et l'entropie spécifique s. L'énergie interne peut être considérée comme une fonction $U(\rho, s)$ de ρ et de s, et, si T est la température absolue, on a

$$\Theta = -\rho^2\frac{\partial U}{\partial \rho}, \qquad T = \frac{\partial U}{\partial s}.$$

s_1 et ρ_1 étant supposés donnés, (5) définit s_2 en fonction de ρ_2. Si la variation subie par ρ dans l'onde de choc n'est pas trop forte, on peut écrire

$$s_2 - s_1 = h^2(\rho_2 - \rho_1)\frac{ds_2}{d\rho_2}.$$

$s_2 - s_1$ doit être *positif*. Donc $\rho_2 - \rho_1$ et $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ doivent être de même signe.

Or

$$\frac{ds_2}{d\rho_2} = \frac{\rho_0^2}{\rho_2^2}(\rho_1+\rho_2)\frac{\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\frac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2} - \left(-\frac{\rho_2^2}{\rho_0^2}\frac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}\right)}{2\rho_1\rho_2 T_2 - (\rho_1+\rho_2)\frac{\partial\Theta_2}{\partial s_2}}.$$

On ne peut donner d'énoncé général sur le signe de cette expression. Bornons-nous aux fils qui se refroidissent par un étirement brusque

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \rho} = -\frac{1}{\rho^2}\frac{\partial\Theta}{\partial s} > 0\right).$$

Le dénominateur de $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ est alors positif.

D'autre part, au numérateur, l'expression $\frac{\rho_1\rho_2}{\rho_0^2}\frac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2}$ est intermédiaire entre $\frac{\rho_1\Theta_1}{\rho_0^2}$ et $\frac{\rho_2\Theta_2}{\rho_0^2}$ qui sont les carrés des vitesses des ondes transversales d'accélération dans les milieux 1 et 2. L'expression $-\frac{\rho_2^2}{\rho_0^2}\frac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}$ est le carré de la vitesse des ondes longitudinales d'accélération dans le milieu 2. Pourvu que la discontinuité ne soit pas trop forte, on peut dire que, dans tous les

fils connus, la première expression est inférieure à la seconde. Le numérateur de $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ et $\frac{ds_2}{d\rho_2}$ lui-même sont donc en général négatifs.

Par suite $\rho_2 - \rho_1$ doit être négatif aussi et *l'onde de choc, dans ce cas, doit forcément transporter une dilatation.*

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la fabrication industrielle de l'azote pur.* Note de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que le problème tant cherché de la fixation de l'azote atmosphérique a reçu dans ces dernières années deux solutions intéressantes, dès à présent exploitées sur une très grande échelle : l'une réalise la fixation sous forme d'oxydes d'azote par l'électrisation directe des gaz de l'air; l'autre consiste dans l'absorption de l'azote par le carbure de calcium chauffé au rouge.

Les résultats acquis dans cette seconde voie surtout paraissent remarquables et ont ouvert très opportunément un débouché considérable à l'industrie congestionnée du carbure. Que la cyanamide formée soit employée telle quelle comme engrais, ou que, décomposée par la vapeur d'eau sous pression, elle serve de point de départ à la fabrication de l'ammoniaque, toujours est-il que les usines récentes, dont la puissance de production annuelle n'est pas très éloignée de 100000^t, arrivent à fixer jusqu'à 400^{kg} d'azote par cheval et par an.

La fixation sous forme d'acide nitrique, elle, ne conduit guère encore qu'à 100^{kg} d'azote par cheval et par an, et il semble très désirable pour l'avenir de cette industrie qu'on se préoccupe à brève échéance des larges possibilités d'amélioration conférées par l'emploi de l'air suroxygéné.

Plus diligente que sa concurrente, l'industrie de la cyanamide a déjà fait un large appel à celle de la liquéfaction de l'air. Pour l'obtention des torrents d'azote qui lui étaient nécessaires, les procédés chimiques ne se sont en effet montrés à la hauteur de la tâche ni au point de vue de la puissance de production ni à celui du bon marché ; au surplus, des procédés qui, comme ceux basés sur la liquéfaction de l'air, ne requièrent que de l'énergie paraissent s'imposer dans une industrie dont la caractéristique est justement l'emploi de forces motrices énormes.

Il est vrai que le problème posé par l'industrie de la cyanamide aux techniciens de l'air liquide était particulièrement difficile. C'est une pureté

de 99,6 pour 100 qui lui est nécessaire, ou plus exactement, l'azote livré ne doit pas tenir plus de 0,4 pour 100 d'oxygène, faute de quoi, entre autres inconvénients, les électrodes en charbon des fours à cyanamide sont brûlées rapidement. Aujourd'hui même, l'industrie de la cyanamide est plus exigeante encore et c'est du 99,75 pour 100 que doivent fournir les appareils.

De ce problème que j'ai été tenté tout d'abord de juger insoluble, la première solution a été fournie par un procédé imaginé simultanément dès 1903 par l'éminent professeur Linde et par mon collaborateur R. Lévy. Ce procédé, mis au point par le professeur Linde, a donné des résultats remarquables qui ont justifié son emploi immédiat dans un grand nombre d'installations.

Dans ce procédé, l'air traité est liquéfié en une seule masse à 21 pour 100 d'oxygène et sa liquéfaction provoque la vaporisation d'oxygène liquide. De l'oxygène vaporisé, le $\frac{1}{5}$ environ est extrait de l'appareil, tandis que les $\frac{4}{5}$ restant, montent dans la colonne de rectification qui surmonte l'appareil, en sens inverse et au contact du liquide à 21 pour 100 déversé vers le haut. L'oxygène est retenu par le liquide laveur, mais seulement jusqu'à concurrence d'une teneur finale de 7 pour 100 correspondante aux 21 pour 100 du liquide laveur. L'azote qui s'échappe tient donc nécessairement encore 7 pour 100 d'oxygène, et il ne semble pas que la méthode puisse arriver à mieux.

Mais par un artifice extrêmement ingénieux, une partie, le $\frac{1}{3}$ environ, de cet azote impur est, après réchauffement dans des échangeurs, comprimé vers 4 à 5 atmosphères, desséché puis refroidi à travers un échangeur et liquéfié de nouveau dans le vaporisateur à oxygène liquide. On obtient ainsi un liquide très riche en azote qui, conformément à mon procédé ordinaire (1) est déversé au sommet de la colonne de rectification et soumet le gaz à 7 pour 100 de la première rectification à une rectification complémentaire qui en abaisse beaucoup la teneur en oxygène. On n'est pas encore ainsi au but cependant, car le liquide laveur à 7 pour 100 ne peut rectifier théoriquement que jusqu'à 1 pour 100 au plus. Mais les choses se modifient bientôt d'elles-mêmes, car le gaz rectifié à 1 ou 2 pour 100, repris à son tour par le compresseur, fournit par sa liquéfaction un liquide beaucoup plus pauvre en oxygène et ainsi de suite, en sorte qu'automatiquement la teneur de

(1) *Comptes rendus*, 20 novembre 1905.

l'azote tend vers la pureté absolue et qu'il n'est pas rare de voir les appareils Linde donner de l'azote absolument pur.

Dans mon cas, le problème paraissait bien plus simple. On sait en effet que dans mon procédé l'azote liquide nécessaire à la rectification finale est obtenu avec une extrême simplicité par la condensation progressive et méthodique de l'air traité grâce au dispositif du *retour en arrière*. En principe, ce procédé réalise la séparation intégrale de l'air en oxygène pur et azote pur. En pratique, le liquide laveur de nos appareils courants renferme encore 4 à 5 pour 100 d'oxygène et il est en trop petite proportion pour obtenir l'effet voulu, parce que l'azote résiduel ne se conduit que difficilement dans l'oxygène liquide; de sorte que je n'arrivais couramment qu'à de l'azote à 2 ou 3 pour 100.

Après de nombreux essais, je suis arrivé à faire en sorte que la teneur de l'azote résiduel au sommet des tubes du faisceau de retour en arrière, pour une liquéfaction de moins de moitié, n'est pas moindre de 99,6 pour 100, tant est parfaite l'exactitude des phénomènes de condensation progressive et de rectification qui s'y passent. D'autre part, j'ai facilité la liquéfaction de cet azote résiduel en la produisant non plus dans le bain d'oxygène, mais dans des liquides un peu plus froids, ceux qui circulent dans le bas de la colonne de rectification.

J'ai aussi obtenu avec toute l'abondance nécessaire un liquide laveur ne tenant que 0,4 pour 100 d'oxygène, capable de rectifier les gaz jusqu'à 99,9 pour 100 : Les résultats obtenus par ce procédé si simple ont été parfaits, l'oxygène se dégageant d'un côté à une teneur de plus de 80 pour 100 et l'azote ne renfermant pas plus de 0,2 pour 100 d'oxygène.

Deux appareils, les premiers de ce type, fonctionnent actuellement aux usines de la « Societa Italiana per il Carburo di Calcio », à Terni, où ils fournissent chacun, avec une puissance de 125 chevaux, 400^{m^3} d'azote à 99,7 pour 100 par heure.

Deux autres appareils, de 500^{m^3} à 99,8 pour 100 par heure, les plus puissants qui existent à l'heure actuelle, sont en montage à l'usine d'Alby de la « Alby Carbidfabriks Aktiebolag » en Suède.

Enfin, deux appareils de 400^{m^3} à l'heure sont en construction pour être installés également en Suède aux usines de Ljunga de la « Stockolms Superfosfat Fabriks Aktiebolag ».

On voit par ces exemples avec quelle ampleur le problème de la fixation de l'azote a ouvert pour l'industrie des basses températures l'ère des grandes applications.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les couples électriques dans les électromètres.* Note [1] de M. **Jean Villey**, présentée par M. E. Bouty.

On fait la théorie précise de l'équilibre de l'électromètre, en écrivant que la dérivée de l'énergie potentielle totale par rapport à l'angle de rotation est nulle [2]. Pour cela, *on considère la surface de chacun des trois conducteurs en présence* (1, quadrants impairs; 2, quadrants pairs; 3, aiguille) *comme une surface équipotentielle*. Chacun des termes $\left[-\frac{1}{2}C_{ik}(V_i-V_k)^2\right]$ de l'énergie électrostatique n'est alors fonction de θ que par l'intermédiaire de c_{ik} (dans les mesures dites à potentiels constants, bien entendu).

Cette hypothèse paraît même si naturelle qu'on n'a pas l'habitude de l'expliciter.

On arrive ainsi, pour le montage de Kelvin ($V_3=V$, $V_2=V_1=0$), à l'expression du couple d'Hopkinson

$$-\frac{1}{2}\left(\frac{\partial c_{13}}{\partial\theta}+\frac{\partial c_{23}}{\partial\theta}\right)V^2 \quad \text{ou} \quad \frac{1}{2}\frac{\partial c_{33}}{\partial\theta}V^2,$$

ce n'est que l'expression bien connue de la force électrostatique agissant sur une armature de condensateur chargé (l'aiguille). Le taux de variation de capacité $\frac{\partial c_{33}}{\partial\theta}$ est un facteur purement géométrique, lié à l'action mutuelle des fentes et des bords, et aussi aux irrégularités et dyssymétries de construction (gauchissement de l'aiguille, horizontalité, basculages, etc.).

J'ai observé que, pratiquement, cette théorie est insuffisante : les gradients de potentiel à la surface des conducteurs peuvent introduire des couples du même ordre, et même plus importants.

L'existence de tels gradients est presque inévitable, si l'on ne prend pas de grandes précautions de construction, étant donnée la complexité du phénomène de Volta (différences de potentiel apparentes de contact), fonction de toutes les altérations superficielles, tant physiques que chimiques. L'aluminium, beaucoup plus sensible que les autres métaux, et le mica argenté, difficilement homogène, les présenteront tout particulièrement.

On peut établir expérimentalement leur existence : Les différences de potentiel moyennes apparentes de contact φ_1 et φ_2 entre l'aiguille et les

---

(1) Présentée dans la séance du 16 octobre 1911.

(2) Cette théorie a été discutée d'une façon très précise par M. Langevin dans son Cours du Collège de France; on pourra consulter aussi l'exposé qu'en a donné M. Moulin dans *Le Radium* 1907, p. 145.

deux paires de quadrants deviennent en effet des fonctions très complexes des différences de potentiel entre les couples de points, et par conséquent des fonctions de α. Or elles sont accessibles directement par des mesures idiostatiques :

J'ai, en fait, trouvé entre une aiguille de mica argenté et des quadrants de bronze [1], pour un déplacement angulaire de 30°, des valeurs de φ_1 variant de -50 millivolts à $+60$ millivolts, tandis que φ_2 variait de $+100$ à -20 millivolts.

L'expression du couple directeur électrique, dans le montage de Kelvin par exemple, devient alors plus compliquée; elle donne, lorsqu'on charge l'aiguille à $+V$,

$$C(+V) = -\left[\frac{1}{2}\frac{\partial c_{13}}{\partial \theta}(V+\varphi_1)^2 + \frac{1}{2}\frac{\partial c_{23}}{\partial \theta}(V+\varphi_2)^2 + \frac{1}{2}\frac{\partial c_{12}}{\partial \theta}\varphi_0^2\right].$$

Il n'y a aucune raison pour que la différence de potentiel moyenne apparente φ_0 entre les deux quadrants soit égale à $(\varphi_1 - \varphi_2)$. Elle est cependant du même ordre, et le dernier terme sera négligeable. Nous écrirons alors

$$C(+V) = \left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\partial c_{13}}{\partial \theta} + \frac{\partial c_{23}}{\partial \theta}\right)(V^2+\varphi_1^2)\right] + \left[-\frac{1}{2}\frac{\partial c_{23}}{\partial \theta}(\varphi_2^2 - \varphi_1^2)\right] + \left[-V\left(\frac{\partial c_{13}}{\partial \theta}\varphi_1 + \frac{\partial c_{23}}{\partial \theta}\varphi_2\right)\right] = \alpha + \beta + \gamma.$$

Le couple directeur total au voisinage du zéro est $\left(-K + \frac{\partial C}{\partial \theta}\right) d\theta$: On ne tiendra donc compte, pour évaluer l'importance relative des divers termes de C, que de la grandeur de leurs dérivées.

On peut construire expérimentalement les courbes

$$\mathcal{C}_1 = \frac{C(+V) + C(-V)}{2} = \alpha + \beta \quad \text{et} \quad \mathcal{C}_2 = \frac{C(+V) - C(-V)}{2} = \gamma.$$

Les valeurs calculées pour $\beta' = \frac{\partial \beta}{\partial \theta}$ sont négligeables devant celles obte-

[1] Les observations relatées dans la suite ont trait à un électromètre modèle Moulin, avec une aiguille de mica argenté, assez ternie et tachée d'ailleurs, de grande ouverture angulaire $\left(19\frac{\pi}{32}\right.$, ainsi choisie pour permettre d'explorer un grand angle sans tomber dans l'instabilité$\left.\right)$, chargée à 88 volts.

nues expérimentalement pour $\mathcal{C}'_1$. De sorte que $\mathcal{C}_1$ se réduit pratiquement au couple d'Hopkinson $\alpha = -\frac{1}{2}(c'_{13} + c'_{23})V^2 = \frac{1}{2}c'_{33}V^2$.

C'est lui qu'on obtiendrait en établissant entre l'aiguille et les quadrants une différence de potentiel alternative de valeur efficace V. Mais pour une différence de potentiel constante V, on doit lui ajouter le terme γ, et la courbe $\mathcal{C}_2$ m'a donné pour celui-ci des coefficients angulaires plus grands même que ceux de $\mathcal{C}'_1$. Ce résultat est bien en accord d'ailleurs avec ce qu'indiquent les calculs approximatifs à partir des valeurs expérimentales de φ_1, φ_2; $(c'_{23} + c'_{23})$ et c'_{23}.

Si φ_1 et φ_2 étaient des différences de potentiel *constantes* non compensées du même ordre de grandeur, on aurait bien un terme γ, mais il serait sensiblement constant, donc négligeable, comme on peut le voir par une discussion simple.

A côté du couple d'Hopkinson, d'origine essentiellement géométrique, et variant proportionnellement à V^2, *on ne pourra donc pas, en général, négliger un nouveau couple, essentiellement attribuable aux gradients superficiels de potentiel sur les conducteurs métalliques, et qui varie proportionnellement à* V.

On aura de même, naturellement, dans la méthode symétrique, à côté du couple de Gouy, un nouveau couple analogue.

Dans l'exemple étudié, γ' gardait une valeur assez constante, voisine de $\frac{1}{500}$ C. G. S., c'est-à-dire non négligeable à côté du coefficient K des suspensions métalliques fines, et du même ordre que celui des suspensions en quartz. α' ne dépassait guère cette valeur et restait presque nul dans une partie notable de l'échelle.

PHYSICO-CHIMIE. — *L'osmométrie des solutions salines et la théorie des ions d'Arrhenius.* Note de M. **Eugène Fouard**, présentée par M. E. Bouty.

Suivant l'hypothèse de dissociation ionique, la solution d'une molécule-gramme chimique d'un sel contient plus d'une molécule-gramme cinétiquement active; son poids moléculaire mesuré serait ainsi toujours inférieur au poids moléculaire évalué par voie chimique. Toutefois, aucune vérification précise de cette théorie, par le mécanisme osmotique, n'a été jusqu'ici réalisée. L'expérience en est aujourd'hui facile; la méthode diffé-

rentielle (¹) que j'ai décrite donne directement le poids moléculaire (M) : si l'on équilibre en effet la pression osmotique de la substance étudiée, en solution de titre c, par la pression égale d'une solution extérieure équimoléculaire de saccharose ($C^{12}H^{22}O^{11} = 342$), de concentration c', on tire le nombre M de la proportion $\frac{M}{342} = \frac{c}{c'}$. On a vu (¹) avec quelle précision le procédé s'applique au cas des substances organiques.

Avec la collaboration de M. de Tonnay-Charente, j'ai appliqué ce procédé aux sels suivants, dont l'étude a servi de base à la théorie des ions : 1° chlorure de potassium ; 2° sulfate de cuivre ; 3° chlorure de baryum ; 4° sulfate de potassium. J'ai effectué pour chacun d'eux une série de mesures, à des dilutions croissantes (volumes de la molécule-gramme chimique, indiqués en litres), à partir de la solution normale (n) [contenant une molécule-gramme chimique par litre] ; chaque valeur de M provient de cinq à six essais, dans lesquels on a vérifié sa constance quelle que soit la membrane, quelle que soit la durée des contacts (²) ; c'est avec la conviction de vérifier simplement la loi d'Arrhenius que je parvins aux résultats suivants, absolument inattendus :

$KCl = 74,5$ (M vrai).		$SO^4Cu = 159$ (M vrai).		$BaCl^2 = 208,3$ (M vrai).		$K^2SO^4 = 174,4$ (M vrai).	
Dilutions	M (osm.).	Dilutions	M (osm.).	Dilutions	M (osm.).	Dilutions	M (osm.).
1	240	1	274	1	226	2	160
2	105	2,49	192	5	240	10	97,3
4	97,5	4,15	176	10	323	20	68,5
6	88,9	8,30	163	20	321	40	64,5
12	84,6	16,60	160	40	323	80	61,7
24	82,7						

Ces nombres sont reliés par des courbes C très régulières, ayant pour abscisses les volumes en litres de la molécule-gramme chimique (connus par le poids de sel introduit), et pour ordonnées les masses M.

Comparons chaque courbe C à celle C′ des poids moléculaires tirés des

---

(¹) *Comptes rendus*, 27 février 1911 ; *Bulletin Société chimique*, 5 juillet 1911 ; *Journal de Physique* (de la Société française de Physique), août 1911.

(²) J'ai montré (Mémoires précités) qu'il y avait, pendant un certain temps depuis l'origine du contact, une formation de la membrane, par un mécanisme d'absorption ; cela infirme les conclusions de de Vries qui doivent être rapportées à la propriété absorbante d'une paroi vis-à-vis des sels, selon la valence de leurs radicaux.

coefficients d'ionisation; on admet que les ions de ces sels sont $\frac{K_+}{Cl_-}$, $\frac{Cu_{++}}{So_{4--}}$, $\frac{Ba_{++}}{Cl_- Cl_-}$, $\frac{K_+ K_+}{So_{4--}}$; les ordonnées de la courbe d'Arrhenius C′ sont donc inférieures au M chimique exact; leur valeur maxima ne peut être supérieure à ce M chimique du sel, non dissocié, à l'origine, pour une dilution infiniment petite; l'ordonnée minima, à dilution infiniment grande, est, pour les deux premiers sels, à deux ions, $\frac{M}{2}$, pour les deux derniers, à 3 ions, $\frac{M}{3}$, c'est-à-dire la moyenne des unités moléculaires, présentes sous forme d'ions; les ordonnées successives de C′ descendent régulièrement, de M à $\frac{M}{2}$ ou à $\frac{M}{3}$. Selon les théories actuelles, il faut que la courbe osmométrique C, obtenue ici, inconnue jusqu'aux expériences présentes, coïncide avec cette courbe C′, bien entendu dans la région des dilutions élevées. Or quelles sont les indications de l'expérience?

Fait totalement imprévu, pour les trois premiers sels, KCl, $BaCl^2$ et SO^4Cu, cette coïncidence n'existe pas; les deux courbes sont essentiellement distinctes. Cependant, pour le SO^4K^2, la coïncidence est parfaite. Pour le KCl et le SO^4Cu, le M osmométrique, à dilution infinie, au lieu d'être la moitié du poids moléculaire chimique $\frac{74,5}{2}$, $\frac{159}{2}$, est exactement ce nombre total, 74,5 et 159, rapporté au nombre 342 admis sans conteste pour le saccharose : le résultat est identique ici à ce qu'on obtient pour un composé organique. Pour les trois sels KCl, SO^4Cu, $BaCl_2$, *les* M, *qui devraient être tous plus petits, sont tous plus grands que le poids moléculaire chimique*. Pour le $BaCl^2$, le cas est encore plus aberrant : l'ordonnée M, au lieu de décroître, part du M chimique 208, et croît jusqu'à un palier pour $M = 320$. Par contre, pour le SO^4K^2, la courbe C, conformément à la théorie ionique, va du M exact 174,4 à $\frac{M}{3} = 58,1$, se superposant exactement à la courbe C′,

Par conséquent, l'accord est parfait pour le SO^4K^2, alors que pour les sels ClK, SO^4Cu, $BaCl^2$, il y a désaccord absolu avec la théorie d'Arrhenius.

D'ailleurs les conséquences de la théorie des ions relatives aux pressions osmotiques sont contredites par les expériences de Pfeffer, qui avait mesuré les pressions osmotiques, rapportées comme il suit (II), de solutions de nitrate de potassium ($NO^3K = 101$):

I. Titres pour 100.....	6	3,3	1,43	0,8
II. Pressions osm. en cm de Hg (par Pfeffer).	700 (à 15°)	436,8 (à 13°)	218,5 (à 12°,9)	130,4 (à 13°,2)
III. Pressions osm. en cm de Hg (théorie d'Arrhenius).....	1550 (à 15°)	1050 (à 13°)	425 (à 12°,9)	275 (à 13°,2)
IV. M tirés des nombres II de Pfeffer......	154	134,7	116,6	109,2.

Les pressions expérimentales (II) de Pfeffer sont grossièrement inférieures à celles (III) prévues par la théorie ionique. Ses expériences, si souvent invoquées pour le sucre, ont-elles été si défectueuses dans le cas du sel, dont 50 pour 100 aurait traversé la membrane? Si l'on calcule, avec la constante classique des gaz, le poids moléculaire M du NO^3K, tiré des pressions (II) de Pfeffer, on obtient la suite (IV): or, coïncidence étrange de prétendues erreurs, le M exact étant 101, tous les nombres (IV) sont supérieurs à 101, comme dans mes expériences, et tendent régulièrement vers 101, nullement vers $\frac{101}{2}$, comme l'exige la théorie ionique.

Tels sont les premiers faits, de nature expérimentale, établis par ces mesures osmométriques, qui seront poursuivies.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de quelques nouvelles cétones hydroaromatiques.* Note de MM. G. **Darzens** et H. **Rost**, présentée par M. A. Haller.

Les cétones hydroaromatiques sont encore peu connues malgré l'intérêt tout particulier qu'elles présentent comme principes constituants d'un grand nombre d'essences naturelles.

L'un de nous a publié plusieurs méthodes permettant de les préparer dans des cas très généraux ([1]). Nous venons de trouver que l'action des dérivés organomagnésiens sur les chlorures d'acides donnait une méthode de préparation plus simple et plus avantageuse dans bien des cas.

Nous nous proposons de décrire ici un certain nombre de ces nouvelles cétones ainsi que quelques acides et leurs chlorures qui ont servi de point de départ.

La formation de cétones par l'action des dérivés organomagnésiens sur

---

([1]) G. Darzens, *Comptes rendus*, t. 144, p. 1125, et t. 150, p. 707.

les chlorures d'acides ou les anhydrides a été signalée pour la première fois par MM. Tessier et Grignard, M. Fournier a ensuite préconisé cette réaction comme méthode de préparation en opérant à très basse température (¹); nous signalerons enfin les recherches de MM. Simonis et Arand et de MM. Salkind et Beburischwili qui ont étudié l'action des organomagnésiens sur les acides ou leurs sels alcalins (²).

Malgré ces différents efforts cette méthode se prête mal à la préparation des cétones acycliques ou aromatiques; il en est tout autrement dans la série hydroaromatique et la simplicité de sa technique, sa rapidité d'exécution, doivent la recommander.

Le chlorure d'acide, préparé par l'action de $SOCl^2$ sur l'acide, est dilué dans son poids d'éther sec et refroidi à -10°. On y ajoute ensuite goutte à goutte le dérivé organo-magnésien en maintenant la température à -10°. Au bout de quelque temps il se forme une couche huileuse, insoluble dans l'éther, qui décante à la partie inférieure. Le produit est ensuite repris par l'eau glacée et traité par les méthodes habituelles. La cétone ainsi préparée renferme toujours une petite quantité d'alcool tertiaire provenant de l'action secondaire du dérivé organo-magnésien sur la cétone; pour la purifier on en fait la semicarbazone et cette dernière, après cristallisation, est décomposée soit par SO^4H^2 dilué, soit par l'acide oxalique. Les rendements atteignent souvent 60 pour 100 pour la cétone régénérée de la semicarbazone avec les acides saturés, ils s'abaissent à 40 pour 100 pour les acides éthyléniques.

Dans une première série de recherches nous sommes partis des acides tétrahydrobenzoïques et hexahydrobenzoïques. Le chlorure de l'acide tétrahydrobenzoïque se prépare facilement par l'action de $SOCl^2$: c'est un liquide incolore, fumant à l'air, distillant à 86° sous 11^{mm}. Traité par le dérivé magnésien de l'hexabrombenzène $C^6H^{11}.Mg.Br$ il permet de préparer l'hexahydrobenzoylcyclohexène $C^6H^{11}-CO-C^6H^9$.

C'est un liquide incolore distillant à 136° sous 9^{mm}; sa semicarbazone fond à 117°-118°, elle est très peu soluble dans l'alcool méthylique et très soluble dans le benzène.

L'acide hexahydrobenzoïque nous a donné, dans les mêmes conditions, un chlorure d'acide liquide, fumant à l'air, distillant à 76° sous 17^{mm}. Traité par CH^3MgI, il permet de préparer facilement l'hexahydroacétophénone déjà connue. Par l'action de $n\,C^3H^7MgBr$, nous avons obtenu le *n*-butyrylcyclohexane $C^6H^{11}.CO.C^3H^7$ non encore préparé.

(¹) *Comptes rendus*, t. 132, p. 683; *Bul. Soc. chim.*, t. XXXI, p. 483.
(²) *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XLII, p. 4500.

C'est un liquide mobile, à odeur de cétone grasse, distillant à 94° sous 13^{mm}; sa semicarbazone fond à 153°-154°.

Nous nous sommes ensuite adressés aux acides tétra et hexahydrophénylacétiques, ainsi qu'à leurs homologues méthyles et butyles.

Ces acides, ou plutôt leurs éthers, se préparent facilement par une méthode générale due à l'un de nous (1). Elle consiste à condenser une cyclohexanone avec l'éther chloracétique en solution éthérée par le magnésium; l'éther β-oxy obtenu est ensuite déshydraté par P^2O^5 en solution benzénique pour donner l'éther tétrahydrophénylacétique correspondant; ce dernier est enfin hydrogéné par catalyse sur le nickel réduit. On a, par exemple, avec la cyclohexanone ordinaire (2) :

$$\text{(C}_6\text{H}_{10}\text{)CO} \rightarrow \text{(C}_6\text{H}_{10}\text{)}\begin{array}{l}\diagup OH \\ \diagdown CH^2 - CO^2C^2H^5\end{array} \rightarrow \text{(C}_6\text{H}_9\text{)} - CH^2 - CO^2C^2H^5 \rightarrow \text{(C}_6\text{H}_{11}\text{)} - CH^2 - CO^2C^2H^5.$$

L'acide cyclohexènacétique (p. f. 37°-38°) nous a donné un chlorure bouillant à 90°-91° sous 13^{mm}; l'acide hexahydrophénylacétique (p. f. 27°) donne un chlorure distillant à 98°-100° sous 23^{mm}; l'acide *o*-méthylcyclohexènacétique donne un chlorure distillant à 104°-105° sous 13^{mm}; l'acide *m*-méthylcyclohexènacétique (p. f. 32°) donne un chlorure distillant à 82°-84° sous 6^{mm}; le chlorure de l'acide *m*-méthylhexahydrophénylacétique distille à 95°-96° sous 11^{mm}; l'acide *p*-méthylcyclohexènacétique (p. f. 41°-42°) donne un chlorure d'acide distillant à 109°-110° sous 8^{mm}; le chlorure de l'acide *p*-méthylhexahydrophénylacétique distille à 75° sous 7^{mm}.

La méthylbutylcyclohexanone (1.4), décrite par nous dans une précédente Note, nous a également donné les corps suivants : méthylbutyloxyhexahydrophénylacétate d'éthyle, liquide visqueux, inodore, distillant à 129°-131° sous 3^{mm}; méthylbutyltétrahydrophénylacétate d'éthyle, liquide d'odeur faible distillant à 136°-139° sous 10^{mm}; l'acide correspondant est liquide et distille à 174°-177° sous 10^{mm}, son chlorure distille à 127°-128° sous 8^{mm}; méthylbutylhexahydrophénylacétate d'éthyle, liquide inodore distille à 146°-149° sous 14^{mm}, son acide distille à 173°-176° sous 12^{mm} et son chlorure à 134°-136° sous 12^{mm}.

Tous ces chlorures d'acides nous ont donné, par l'action de CH^3MgI, les cétones suivantes qui sont pour la plupart nouvelles :

(1) G. Darzens, *Comptes rendus*, t. 144, p. 326.

(2) L'acide cyclohexènacétique, ainsi que ses trois dérivés méthylés, ont été déjà décrits et étudiés avec soin par M. Wallach. Ce savant, d'après l'étude des produits d'oxydation, place la double liaison suivant les isomères, soit dans le noyau, soit dans la chaîne.

Cyclohexènacétone $C^6H^9 - CH^2 - CO - CH^3$, distille à 79°-80° sous 11mm, semicarbazone (p. f. 143°). Hexahydrophénylacétone, bouillant à 83°-85° sous 13mm, semicarbazone 176° (cette cétone a déjà été préparée par M. Freundler qui donne 182°,5 comme point de fusion de la semicarbazone). Orthométhylcyclohexènacétone, odeur de menthe camphrée, distille à 212°, semicarbazone (p. f. 170°).

Métaméthylcyclohexènacétone, liquide à odeur de cétone grasse, distille à 206°-207°, semicarbazone (p. f. 146°). Métaméthylhexahydrophénylacétone, distille à 207°, semicarbazone (p. f. 154°). Paraméthylhexahydrophénylacétone, distille à 208°, semicarbazone 160°-161°. Méthylbutylcyclohexènacétone, à odeur caractéristique, bouillant à 135°-136° sous 10mm, semicarbazone (p. f. 206°).

Le détail de ces recherches paraîtra dans un autre Recueil.

PATHOLOGIE. — *Diverses sortes de surdi-mutités.* Note de M. Marage, présentée par M. Yves Delage.

Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie des Sciences et à l'Académie de Médecine, j'ai indiqué les causes de la surdi-mutité, et j'ai montré que l'on pouvait faire l'éducation des centres auditifs en se servant des vibrations fondamentales des voyelles.

Aujourd'hui, je vais étudier les sourds-muets au point de vue de leur acuité auditive.

Dans les écoles spéciales on les classe en demi-sourds et sourds complets, suivant que, par l'air, ils peuvent entendre ou non certaines vibrations, que ces sons soient des bruits, des vibrations musicales ou la parole.

Cette classification fondée sur le degré apparent d'audition est défectueuse pour deux raisons :

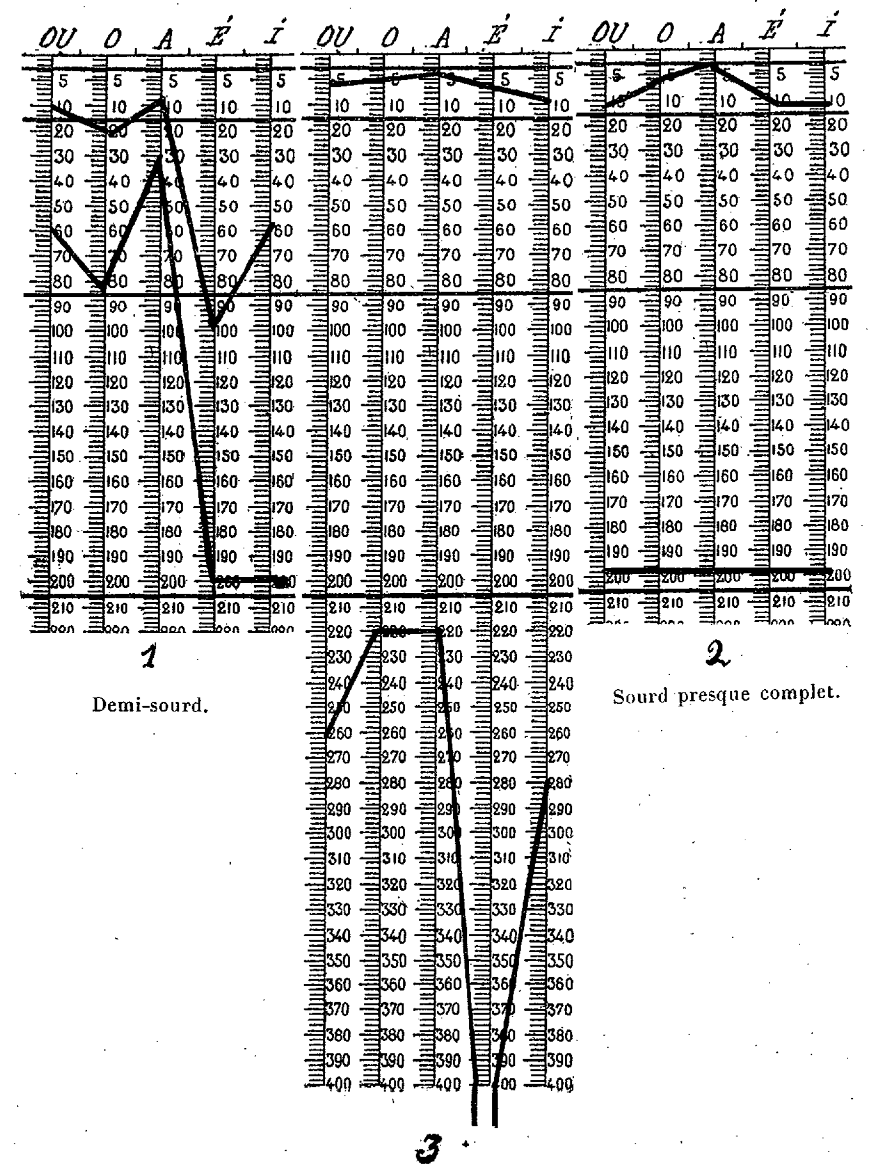
1° Comme je l'ai déjà dit, un sourd-muet peut entendre très bien les bruits et très mal ou même pas du tout la musique ou la parole : il ne faut donc pas employer n'importe quel acoumètre;

2° Le degré de surdité n'a pas une importance aussi grande qu'on le croît : on voit souvent des sujets regardés comme absolument sourds arriver à mieux entendre que d'autres qui avaient des restes très nets d'audition.

Les trois exemples suivants, choisis parmi beaucoup d'autres semblables, montreront l'exactitude de la proposition que je viens d'énoncer :

Pour ne pas compliquer les figures on n'a représenté l'audition que d'une oreille : les tracés inférieur et supérieur de chaque figure représentent l'acuité auditive avant et après le traitement; les chiffres indiquent en millimètres d'eau les pressions de l'air dans la sirène; l'intensité du son est proportionnelle à cette pression; jusqu'à 200, les

vibrations sont transmises par l'air; au-dessus de ce chiffre, elles sont transmises à



Demi-sourd.

Sourd presque complet.

Sourd complet.

Graphiques des acuités auditives.

l'oreille par un tube muni d'une membrane (¹).

(¹) Mesure de l'acuité auditive : *Société française de Physique*, avril 1902.

Les professeurs avaient établi la classification suivante :

a. Le sujet 1, demi-sourd, arrivera facilement à entendre.
b. Le sujet 2, sourd presque complet, avec quelques restes d'audition, pourra faire quelques progrès.
c. Le sujet 3 est un sourd complet; les exercices acoustiques sont inutiles.

Au contraire, les résultats du traitement que l'on peut voir immédiatement sur les graphiques, ont donné la classification suivante :

a. Le sujet 3, regardé comme incurable, est arrivé à entendre et à comprendre les phrases à 1^m de distance. Les exercices acoustiques avec la sirène ont duré six mois, les exercices à la voie nue (dix minutes par jour et par oreille) ont duré trois ans.
b. Le sujet 2 est arrivé, en deux mois d'exercices à la sirène suivis de six mois d'exercices à la voie nue, à une audition presque aussi bonne que le sujet 3; la rapidité de l'amélioration tient à la forme de l'acuité auditive et à l'âge du malade (16 ans au lieu de 8, âge du sujet 3); les enfants en effet écoutent et retiennent moins bien que les adultes.
c. Les résultats obtenus chez le sujet 1, qui au début était bien moins sourd que les autres, ont été moins bons pour deux raisons : l'acuité auditive présentait des trous dans l'audition, et les exercices à la voie nue ont été complètement suspendus après six mois, le sujet étant rentré dans un ouvroir de sourdes-muettes.

Conclusions. — 1° On ne doit pas diviser les sourds-muets en demi-sourds et sourds complets; car le degré de surdité a relativement peu d'importance ;

2° On doit les classer d'après leur forme d'acuité auditive en sourds-muets comprenant et répétant ce qu'ils entendent (surdité régulière) et en sourds-muets ne comprenant pas et ne pouvant pas répéter ce qu'ils entendent (trous dans l'audition) ;

3° Chez les premiers l'amélioration de l'audition est plus rapide que chez les seconds ;

4° Quand on a développé suffisamment l'acuité auditive au moyen des vibrations fondamentales des voyelles, il faut souvent beaucoup de temps et de patience pour arriver à faire comprendre et retenir à l'élève ce qu'il entend.

En effet, quand un sourd-muet sait lire, écrire et lire sur les lèvres, il connaît la langue en tant que signe mais il ne la connaît pas en tant que son ; c'est donc pour lui l'étude par l'oreille d'une langue nouvelle et l'on sait le temps qu'il faut à nos élèves de lycée pour arriver à apprendre et parler une langue étrangère.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques particularités biologiques de la faune annélidienne des mers antarctiques*. Note ([1]) de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

On connaît aujourd'hui presque une centaine d'espèces d'Annélides Polychètes dans l'Antarctique proprement dite. Un petit nombre de points de cette partie du globe ont été explorés méthodiquement. Les résultats des campagnes scientifiques récentes dans les mers australes ne sont pas encore publiés, sauf ceux de la *Southern Cross* qui recueillit 15 espèces au cap Adare (Victoria Land) et dont 6 ont été trouvées à l'Antarctique sud-américaine par les expéditions du *Français* et du *Pourquoi-Pas?* Ces résultats et ceux des expéditions futures feront sûrement connaître beaucoup d'autres formes vivant dans les eaux antarctiques, où, semble-t-il, la faune annélidienne est plus homogène que dans les mers plus chaudes de l'hémisphère sud; cela tient sans doute à ce qu'au sud du Cap de Bonne-Espérance et de la Terre de Feu, les trois grands océans Atlantique, Pacifique et Indien se fusionnent. Il en résulte vraisemblablement plus de similitude au point de vue des conditions d'ambiance que dans les zones plus chaudes de l'hémisphère sud, séparées par les barrières continentales de l'Afrique et de l'Amérique.

La faune annélidienne antarctique présente certaines particularités biologiques qui doivent être mentionnées.

C'est d'abord l'*incubation* qui se manifeste sous des formes diverses chez des genres non incubateurs dans les mers tempérées ou les mers chaudes, comme les genres *Eteone* (*Eteone Gaini* Grav.) et *Flabelligera* (*Flabelligera mundata* Grav.). Le fait n'est d'ailleurs pas localisé chez les Annélides Polychètes; il est fréquent dans différents groupes du règne animal.

Chez les Actinies, par exemple, J. A. Clubb a signalé les curieuses poches incubatrices de l'*Urticina Calgreni* du Cap Adare; Vaney a étudié plusieures formes incubatrices chez les Holothuries rapportées par le *Français*, etc. En second lieu, c'est le *gigantisme* de certaines espèces, particulièrement frappant chez le *Trypanosyllis gigantea* (Mac Intosh) parmi les Syllidiens, le *Lœtmatonice producta* Grube parmi les Aphroditiens, le *Flabelligera mundata* Gravier parmi les Flabelligériens, etc. Le même phénomène s'observent chez d'autres animaux dont l'organisation est toute

([1]) Présentée dans la séance du 16 octobre 1911.

différente de celles des Polychètes. Chez les Tuniciers, par exemple, les colonies de *Julinia* peuvent dépasser 40^{m} de longueur; cette espèce géante est en même temps incubatrice.

Des particularités du même ordre ont été constatées dans la forme arctique. En particulier, le gigantisme de certaines formes du Nord a été signalé dans les groupes les plus divers; il est remarquable chez les êtres les moins élevés en organisation, chez les Polypes hydraires, notamment. Je me rappelle la surprise que j'éprouvai sur les côtes de Norvège, dans les fjords de Bergen et de Trondhjem, en voyant la taille énorme qu'y prennent les Hydraires, les *Tubularia* entre autres, surtout quand je les comparais, par la pensée, à leurs congénères rabougris et d'ailleurs fort rares que j'ai rapportés des contrées tropicales, tant de la côte des Somalis que du golfe de Guinée.

Quant aux véritables causes de ce gigantisme, trop fréquent et trop répandu dans les groupes les plus divers pour être accidentel ou pathologique, elles se rattachent étroitement à des conditions de milieu, mais elles nous échappent en général. On ne peut guère songer à faire intervenir la lumière qui a une influence si nette sur la croissance des végétaux, mais qui est beaucoup moins agissante sur la plupart des animaux. L'alimentation, comme le pensent certains auteurs, joue probablement un rôle à ce point de vue. Les Diatomées, qui pullulent dans les eaux antarctiques, seraient, directement ou non, la source de la nourriture des animaux qui y vivent. Mais il est vraisemblable que la moindre concurrence vitale doit favoriser le développement des individus. Les géants vivent isolément ou en groupes peu nombreux. Ainsi, les pêcheurs de la Mer du Nord et d'Helgoland prennent parfois, en des points différents de ceux où ils trouvent les Homards de taille moyenne ou petite, des individus de grandeur exceptionnelle (tous mâles) pesant jusqu'à 5^{kg} et qu'ils appellent *old bachelors*. Tel est aussi le cas de certains animaux capables de vivre dans les grandes profondeurs, comme l'*Onuphis tubicola* O.-F. Müller, qu'on trouve isolément, en des points très éloignés les uns des autres, avec des dimensions et des nombres de segments très supérieurs à ceux des exemplaires de même espèce qui vivent dans les eaux du littoral ou de la surface des côtes nord-atlantiques.

La température des eaux où vivent les animaux rapportés de l'Antarctique sud-américaine demeure voisine de 0° C. C'est à peu de chose près la température des eaux dans les grandes profondeurs. La plus basse température observée par la *Valdivia* dans les contrées subantarctiques est — 0° C.

près de l'île Bouvet, à 457^{m} de profondeur. D'après Willey, la température des eaux où ont été dragués les Polychètes de la *Southern Cross* était de 30°F., c'est-à-dire un peu au-dessous de — 1° C. Ces indications montrent qu'une température constamment basse n'est nullement incompatible avec l'existence d'une foule d'organismes divers.

Quoi qu'il en soit, d'après les données actuelles, encore fort incomplètes, on peut affirmer qu'il existe dans l'océan Antarctique une faune annélidienne beaucoup plus riche et beaucoup plus variée qu'on ne l'aurait supposé. Elle comprend des représentants de presque toutes les familles des mers chaudes et des mers tempérées, qui se sont adaptés aux conditions de l'ambiance dans ces régions. Ces conditions, notamment au point de vue de la température, paraissent être bien défavorables si on les compare à celles qui sont réalisées dans les mers des régions chaudes ou des contrées tempérées. Cependant, nombre d'espèces prennent, dans l'Antarctique, des dimensions inconnues dans les eaux à température plus élevée. Il semble, tout au moins pour ces formes géantes, que les mers des régions polaires constituent un milieu favorable surtout au développement des individus, tandis que les eaux des pays chauds ou des pays tempérés, se prêtent plutôt à leur multiplication.

ENTOMOLOGIE. — *Évolution et histoire du « Ver du Cayor », larve cuticole africaine de* Cordylobia anthropophaga *Blanchard* (*Muscides*). Note de M. **E. Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On sait que le *Ver du Cayor* est une larve qui vit *sous* la peau de l'homme et des animaux domestiques, où sa présence provoque la formation de tumeurs spéciales, d'aspect furonculeux, s'ouvrant à l'extérieur par un orifice béant qui laisse apercevoir la région stigmatifère caudale du parasite. Durant un séjour d'un mois au Laboratoire et Institut vaccinogène de Bamako, j'ai pu mettre en évidence l'histoire, jusqu'ici inconnue, du mode de pénétration et de l'évolution du parasite.

Plusieurs hypothèses principales étant à envisager, relativement au mode d'évolution des œufs de la mouche, j'ai réalisé en vue de les vérifier les expériences ci-après :

Première hypothèse. — Les œufs sont déposés directement par la femelle sur le corps des hôtes, et les larves, à l'éclosion, s'enfoncent immédiatement sous la peau.

Expérience I. — 71 œufs ont été déposés sur des animaux divers (chiens, cobayes, singes) : les uns fixés directement par l'oviscapte de la femelle en cours de pontes expérimentales parmi les poils et sur l'épiderme; les autres enfoncés artificiellement dans l'épaisseur de la toison; certains collés à la peau à l'aide d'une petite goutte de sérum sanguin dilué dans l'eau physiologique, ou déposés *sous* l'épiderme après scarification légère de la peau. — Résultat : aucun animal ne s'infecte.

Deuxième hypothèse. — Les œufs déposés sur le corps des hôtes sont avalés par ceux-ci, et les larves, après éclosion, gagnent la peau en traversant le tube digestif et le cœlome, à la manière des larves d'Hypodermes.

Expérience II. — 12 œufs sont donnés en ingestion buccale à un cobaye. Résultat : aucune infection.

Troisième hypothèse. — Les œufs sont déposés dans le sol et les larves, après éclosion, s'accrochent au corps des hôtes qui viennent à leur portée, puis pénètrent sous la peau directement et d'une façon active.

Expérience III. — 15 petites larves obtenues de l'éclosion des œufs, *in vitro*, sont placées au sein d'une légère couche de sable dans un grand cristallisoir. Un cobaye est maintenu enfermé dans le cristallisoir pendant 20 heures, puis retiré et placé en cage grillagée. Résultat : 3 jours après, on constate chez le cobaye la présence de 6 tumeurs siégeant à la face ventrale du corps, sur les bords du museau et de l'anus, et contenant chacune une larve en plein cours de développement.

Ces expériences démontrent que l'*infestation se fait bien et exclusivement par la pénétration directe et active, à l'intérieur de la peau des hôtes, de jeunes larves écloses au dehors.* Une dernière expérience d'*absorption buccale et nasale* des larves écloses n'a pas donné de résultats.

En multipliant les recherches d'infection directe par les larves, j'ai pu suivre jour par jour l'évolution du parasite. Je résumerai ainsi son histoire :

1° *Larve primaire.* — La mouche adulte dépose, dans le sable, la poussière ou la terre humide, plus de 150 œufs qui sont blanchâtres et mesurent 1^{mm} de longueur. Après 48 heures, il sort de l'œuf une minuscule *larve primaire* blanche, très mobile, pourvue de deux crochets buccaux et de deux paires d'appendices postérieurs mobiles et tentaculiformes. Cette larve agite sa partie antérieure pour s'accrocher et grimper habilement le long des poils; elle ne prend pas de nourriture et ne peut rester plus de

10 jours à 25°-28° dans du sable très sec, tandis que sa résistance au jeûne atteint au plus 48 heures à 35°, température qui se rapproche de celle du corps des hôtes. Parvenue à la surface de la peau, elle s'y enfonce de suite et y provoque une tumeur entièrement cutanée. C'est le *stade d'introduction* après lequel l'animal grossit, devient un peu claviforme, moins mobile et incapable de percer à nouveau le tégument quand on l'a expulsé de sa loge.

2° *Larve secondaire.* — Vers le troisième jour, une première mue donne un ver (3^{mm}) claviforme muni d'une ceinture d'épines noires sur les huit premiers segments et semblable au *ver macaque* ou *berne* de la *Dermatobia*, ce qui témoigne des affinités ou des analogies entre Œstrides et Muscides. Cette *larve secondaire* peut être appelée *macacoïde*.

3° *Larve tertiaire.* — Au cinquième jour (5^{mm}), l'aspect claviforme s'atténue et une *deuxième mue* libère la *larve tertiaire* bien connue. Celle-ci achève sa croissance en 2 à 3 jours, sort à reculons de sa crypte et reste à l'*état de vie latente* un temps égal, puis se transforme en pupe.

Il y a donc cinq stades qui, dans les meilleures conditions, ne durent pas plus d'une semaine. La myase est purement cutanée, mais lorsque l'hôte a la peau très mince (rat), elle peut atteindre le tissu sous-cutané.

Déposée sur la peau d'un hôte, la larve primaire y pénètre aussitôt, mais son évolution, rapide et parfaite chez le chien et le rat, reste imparfaite chez le cobaye et semble nulle chez le porc et la poule.

Or, ces trois dernières espèces ont une température centrale inférieure à 39° et les deux premières une température supérieure ; il semble donc y avoir une relation entre la vie larvaire et la température des hôtes.

Au stade libre prépupal, la température doit être inférieure à 35°.

Deux essais d'infection tentés sur le docteur Bouet et sur moi n'ont pas réussi ; d'ailleurs, l'Européen n'est qu'un hôte accidentel pour le parasite qui s'accroche au linge tombé à terre dans la poussière des « cases de passage », toujours malpropres; c'est là ce qu'il faut surveiller. Chez l'indigène qui couche à terre, l'infection est naturellement beaucoup plus facile.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les pigments mélaniques d'origine animale.*
Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. E. Roux.

Jusqu'ici, dans l'étude des pigments mélaniques, les savants se sont surtout proposé deux choses : d'abord d'isoler ces pigments (ce qui d'ailleurs

représente une grosse difficulté) et ensuite d'en fixer la composition élémentaire. Les résultats de nombreuses analyses sont manifestement discordantes, non seulement d'un auteur à l'autre, mais pour des substances de même origine. La raison principale de ces différences doit être cherchée dans les procédés de préparation du pigment.

Le plus souvent l'obtention de la substance noire est le résultat d'un traitement chimique. On part d'un tissu riche en pigment (tumeur, peau, poils, etc.) que l'on soumet à l'action prolongée et répétée de bases ou d'acides forts. A chaud les éléments histologiques sont dissous et hydrolysés; la matière de coloration foncée qui reste inattaquée est considérée comme mélanine.

Ces conditions expérimentales ne nous ont pas paru suffisamment rigoureuses. On comprend, en effet, étant donnée la structure très serrée des tissus ectodermiques (derme, épiderme) qu'il puisse subsister des éléments non attaqués, constituant autant d'impuretés; en outre l'action hydrolysante des acides ou des bases a bien des chances de s'exercer également sur le pigment lui-même.

Nous pensons que l'étude chimique d'un tissu d'un élément organisé ou non ne peut être poursuivie avec sécurité qu'à la condition expresse d'isoler ce tissu ou cet élément tel qu'il existe chez l'être dont il provient. Pour le pigment mélanique il faut donc avoir recours à des procédés physiques de séparation plutôt qu'à des méthodes chimiques de traitement.

I. Nous avons choisi comme matière première le pigment mélanique du cheval, si abondant dans les tumeurs sarcomateuses des sujets à robe claire (robe grise).

Recueillies à l'abattoir de Brancion, ces tumeurs étaient aussitôt transportées au laboratoire.

Les parties les plus fortement pigmentées sont réduites en fines tranches, puis passées au broyeur. Avec beaucoup de peine on obtient une pâte brunâtre qui est soumise à un nouveau broyage plus serré.

La pulpe mêlée à un grand volume d'eau distillée froide est versée dans des vases à précipité de haute taille et déposée à la glacière (500^g de substance pour 12 litres d'eau).

Après 24 heures de contact il s'est formé un culot grisâtre (débris de tissus fibreux, de fibres musculaires, d'éléments cellulaires), la liqueur surnageante offre une coloration brunâtre due à la présence de graines mélaniques de différentes dimensions à l'état de pureté.

On siphonne avec soin en évitant tout entraînement du dépôt solide. Le liquide

ainsi séparé est soumis à une rapide centrifugation dans un bol à axe vertical et à écoulement continu. De nouveau le pigment peut être mis en suspension dans de l'eau et centrifugé. On obtient enfin le pigment mélanique complètement exempt de toute particule étrangère.

II. Au microscope le grain mélanique en suspension dans l'eau apparaît comme une petite sphère à peine brunâtre à la périphérie; à l'ultramicroscope il se montre formé d'une série de cercles alternativement sombres et brillants.

Séchée, la substance pigmentaire est une poudre brune à reflets roux, à saveur légèrement âcre, à odeur vireuse. Calcinée en capsule de platine, elle brûle sans fumée, très lentement, et laisse des cendres infusibles, de couleur ocre, contenant du fer et, en outre, de la chaux et du phosphore.

Après dessiccation à 110° elle est extrêmement peu soluble à froid dans les alcalis, et surtout dans les acides.

Nous avons étudié d'une façon particulière l'action des alcalis à chaud et sous pression.

Dans un solide autoclave, on introduit 30^{g} de pigment sec et pulvérisé et 600$^{cm^3}$ de soude à 10 pour 100. On chauffe entre 45 et 50 heures à 12^{kg} de pression.

A l'ouverture de l'appareil on constate un fort dégagement d'ammoniac et de méthylamines. La liqueur alcaline est filtrée chaude; il reste un faible résidu insoluble.

Le filtrat brunâtre est neutralisé à chaud par SO^4H^2. Pendant l'addition d'acide il se dégage des torrents de CO^2. Il précipite de gros flocons qu'on recueille et qu'on lave par aspiration à la trompe. On a une nouvelle substance d'un noir jais, inodore, sans saveur. Les eaux sont concentrées dans le vide jusqu'au début de cristallisation du sulfate de soude; on continue l'évaporation lente au bain-marie; la cristallisation doit se faire à froid.

Quand toute la masse est cristallisée on épuise à chaud par de l'alcool méthylique fort qui insolubilise le sulfate de soude en le déshydratant.

La liqueur alcoolique est légèrement colorée en brun; on distille et l'on reprend avec de très faibles quantités d'eau; par concentration au bain-marie on sépare des substances cristallisables (3,5 pour 100) et un résidu amorphe beaucoup plus important (14 pour 100).

Parmi les premières on sépare de l'alanine cristallisée.

Les substances amorphes donnent des sels de cuivre et peuvent être éthérifiées suivant la méthode de Fischer. Nous avons traité 13,52 de matière qui, après éthérification, distillation dans le vide et saponification des éthers, ont fourni 1,375 de produits cristallisés. Étant donnée la faible quantité de matière mise en œuvre, il a été impossible d'obtenir des séparations.

L'ensemble de ces propriétés indique bien qu'il s'agit d'acides amidés. L'hydrolyse alcaline provoque donc la scission de la molécule pigmen-

taire en deux fragments : un groupe d'acides amidés et un noyau qu'il nous reste à étudier et à comparer au pigment mélanique initial.

III. L'analyse élémentaire, les cendres déduites, donne les résultats suivants :

	C.	H.	N.	S.	Fe (moyenne).
Pigment mélanique............	52,20	4,80	12,48	2,28	0,254
	51,63	4,85	12,43	2,25	
Dérivé pigmentaire d'hydrolyse..	61,72	4,39	9,40	1,60	0,178
	62,61	4,00	9,88	1,49	

L'hydrolyse acide (acide sulfurique à 35 pour 100) permet d'isoler un faisceau d'acides amidés amorphes 9,32 pour 100 et cristallisé (tyrosine 0,11 pour 100; leucine 2,95 pour 100) et un noyau pigmentaire de composition suivante :

C.	H.	N.	S.	Fe.
55,69	3,49	9,72	non. dosé	»
55,98	3,54	9,59	»	»

La comparaison de ces chiffres est suffisamment instructive. Le pigment mélanique d'origine animale est donc constitué par un *groupe albuminoïde* que l'hydrolyse permet d'isoler et par un *noyau pigmentaire*, plus condensé, d'un noir jais, insoluble dans les acides, très soluble dans les alcalis.

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen chimique et lithologique de la météorite d'El Nakhla.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

Les études auxquelles je soumets en ce moment la météorite tombée le 28 juin 1911 [1], au village d'El Nakhla, non loin d'Alexandrie d'Égypte, ont confirmé pleinement l'opinion que j'avais conçue à son égard dès la première vue, et qui m'y faisait voir un type lithologique nouveau [2]. Rien de semblable à elle ne se trouve actuellement dans la collection du Muséum.

Avant tout, la matière dont cette météorite est constituée est remarquable par son caractère nettement cristallin, bien que des cristaux entiers y fassent complètement

---

[1] Et non pas le 29 comme on l'a dit par erreur.

[2] *Comptes rendus*, t. 153, séance du 4 septembre 1911, p. 524.

défaut : sur les cassures brillent de tous côtés des surfaces de clivage, souvent larges. La couleur est un gris verdâtre, avec des taches plus ou moins rosées ou brunâtres à contours mal délimités. La roche est remarquablement friable : la pression très modérée du pilon dans un mortier d'agate ou de porcelaine la réduit en une poussière d'où le barreau aimanté retire une faible proportion de petits grains noirs magnétiques. Les surfaces sciées ne prennent qu'un poli imparfait; aussi n'est-on pas étonné de la grande porosité de la substance. Cependant celle-ci est dure, car sa poussière écrasée entre deux lames de verre y imprime des rayures très nettes.

Réduite en lames minces, la météorite d'El Nakhla montre au microscope la structure essentiellement clastique, si ordinaire dans les roches cosmiques. Chaque grain est un débris plus ou moins anguleux, sans orientation déterminée relativement à ses voisins et le tout a, en conséquence, la structure générale et l'apparence de certains grès terrestres. Cette remarque suppose que des phénomènes de broyage et de charriage ont précédé la cimentation d'où la roche a reçu sa cohésion.

La densité prise par la méthode du flacon, à la température de 17°, sur quatre petits fragments pesant ensemble 3g,40 et soigneusement débarrassés de l'air d'imprégnation fortement retenu dans les pores, a été trouvée égale à 3,388.

Au chalumeau, la substance est difficilement fusible en un émail noir très brillant, ressemblant, par son éclat comme par sa nuance, à la croûte dont les échantillons ont été recouverts par l'échauffement consécutif au trajet trans-atmosphérique. Cette croûte devait, à première vue, faire supposer une analogie chimique entre la pierre égyptienne et les météorites feldspathiques connues sous le nom d'*eukrites*. Mais il n'en est rien et l'analyse a donné :

Silice	47,40
Alumine	0,69
Protoxyde de fer	20,80
Chaux	15,20
Magnésie	14,61
Potasse et soude	0,05
Oxyde de manganèse	0,85
	99,60

C'est, presque exactement, la composition de certaines variétés d'hypersthène terrestre : ce minéral constitue 83,34 pour 100 de la roche extra-terrestre, le surplus étant soluble dans l'acide chlorhydrique et représentant la substance conjonctive entre les grains du pyroxène rhombique.

L'examen des lames minces confirme d'ailleurs cette conclusion. L'hypersthène, tout à fait prépondérant, se signale par sa symétrie cristalline, par l'éclat de ses couleurs de polarisation; par les inclusions brunes si caractéristiques, consistant en ilménite d'après Rosenbuch; enfin par ses mâcles et des groupements réguliers que M. Lacroix a décrits chez la bronzite des lherzolithes (*Minéralogie de la France*, t. I, p. 543).

En résumé, la *Nakhlite* viendra se ranger dans la classification à côté de la *Chladnite*, dont elle diffère par la substitution de l'hypersthène à l'eustatite. Elle rappelle la *Chassignite*, qui est presque entièrement péridotique et il ne lui manque guère qu'un fin réseau de fer nickelé entre ses grains lithoïdes pour coïncider avec la *Lodranite*. Celle-ci est, comme elle, un grès cosmique, mais son ciment reproduit, par son éclat métallique, le lacis filonien de certaines assises terrestres, galénifères en Prusse rhénane, cuprifères en Bolivie, et dans les deux cas exploitées métallurgiquement. Cette remarque suffirait à révéler les liens étroits qui rattachent la géologie des météorites à l'histoire évolutive de notre propre globe.

OCÉANOGRAPHIE. — *Chute des sédiments à travers les eaux océaniques.* Note de M. **J. Thoulet**.

Si l'on mesure expérimentalement la vitesse v de chute dans l'eau des sédiments sableux des diverses catégories (sables gros, moyen, fin, très fin) et vaseux (fins-fins et argile) qui couvrent le lit océanique, on observe qu'elle varie entre $0^m,108$ et $0^m,00007$ par seconde et est telle qu'un grain tombant en chute libre parcourt verticalement un espace de 1^m en un temps compris entre 9,3 secondes, s'il est gros, et 14400 secondes, soit 4 heures, s'il est parmi les plus fins. L'expérience, répétée avec des carapaces de globigérines d'un diamètre moyen de $0^{mm},3$, indique pour ces foraminifères une vitesse de chute de $0^m,26$ par seconde, les laissant descendre de 1^m en 303 secondes, soit 5 minutes environ.

Quand un grain sableux abandonné à lui-même dans la mer traverse l'épaisseur h d'un courant horizontal animé d'une vitesse V par seconde, il s'écarte dans le sens de ce courant de la verticale du point où il a commencé à descendre, d'une distance égale à la vitesse V multipliée par le nombre de secondes $\frac{h}{v}$ qui lui sont nécessaires pour franchir l'épaisseur h.

On sait que l'Océan se partage depuis sa surface en deux zones superposées. La première, d'eau agitée, est sillonnée par un ou plusieurs courants horizontaux superposés, différant entre eux de direction, de vitesse et d'épaisseur. La seconde, d'eau immobile, s'étend depuis la limite inférieure de la première zone jusqu'au sol, quelle que soit sa profondeur. On peut mesurer directement l'épaisseur, l'orientation et la vitesse de chacun de ces courants en un point quelconque de l'Océan.

Le *Challenger* a exécuté ces mesures en une localité de 4846^m de profondeur, située dans l'ouest des Bermudes, pour une succession de sept courants compris entre la surface et 1100^m de profondeur, de sorte qu'il est facile de construire graphiquement la rose de ces courants.

En appliquant les valeurs données par le *Challenger* à une globigérine moyenne, on constate que ce foraminifère parviendra sur le fond, à 4846^m, avec un écart de 3320^m, c'est-à-dire 1,79 mille, dans une direction S 89° E du pied de la verticale et après une durée de temps de 3 heures 40 minutes et 31 secondes.

La détermination de la position d'une localité de l'Océan ne se faisant guère, astronomiquement, qu'avec une approximation de 3 milles, on voit que l'écart de chute est insignifiant et que le grain n'emploie qu'un temps très court pour parvenir même aux plus grandes profondeurs océaniques.

Ces faits conduisent aux conclusions suivantes qui intéressent à la fois l'océanographie, la géologie stratigraphique et la paléogéographie.

1° Sur toute l'aire océanique occupée par les sédiments pélagiens, le sol est recouvert en majeure partie par une petite quantité de poussières minérales transportées par les vents sur le globe entier et surtout par des débris d'êtres ayant vécu au sein de la zone superficielle dans des conditions physiques d'habitat (nature des eaux, température, climat, etc.) possibles à connaître. Le fond est donc la *projection horizontale physique* de la surface exactement sus-jacente. En d'autres termes, les conditions physiques ambiantes de cette surface, telles qu'elles sont marquées par la présence d'êtres vivants, sont indiquées par les débris contenus dans l'échantillon qui s'est déposé verticalement au-dessous.

2° Les fonds côtiers, composés de débris minéraux d'érosion et d'abrasion enlevés aux continents et méritant seuls par conséquent la dénomination de *terrigènes*, ne s'éloignent de terre, vers le large, qu'à une faible distance représentée sur une carte bathylithologique par la limite d'apparition des vases proprement dites, au delà de laquelle commencent les fonds pélagiques. Cette limite correspond à la rencontre, avec le lit sous-marin, de la surface supérieure de la zone d'eau calme, là où le fond cesse, en chaque lieu, d'être remué par les vagues. Les fonds dits *terrigènes* se confondent donc avec les fonds côtiers et n'occupent (sauf de rares exceptions attribuables à des phénomènes d'exaration par les glaces), le long des continents, qu'une étroite bande de sables vaseux, vases très sableuses et vases sableuses.

3° La rapidité de chute des foraminifères, favorisant la conservation de la matière protoplasmique qui en entoure les carapaces, apporte sans doute une alimentation au benthos dont l'absence, en certaines localités du lit océanique, proviendrait peut-être de l'absence correspondante de plankton au sein des eaux superficielles recouvrant ces localités.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 16 OCTOBRE 1911.

Commission permanente des valeurs de douane. Session de 1911 : Rapport de M. ALFRED PICARD, Membre de l'Institut, Président de la Commission, au Ministre du Commerce et de l'Industrie. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

État actuel de nos connaissances sur la géologie de l'Afrique occidentale, par HENRY HUBERT, 1911; échelle de $\frac{1}{5000000}$. Paris, Émile Larose; 1 feuille in-plano. (Présenté par S. A. le Prince Roland Bonaparte.)

Bericht über den II internationalen Kältekongress, Wien, 1910, 6-12 *Oktober*; Bd. I, II. Vienne, 1911; 2 vol. in-8°. (Présenté par M. Armand Gautier.)

Recueil de l'Institut botanique Léo Errera (Université de Bruxelles), publié par JEAN MASSART; Tome supplémentaire VII*bis*, Annexe au Tome supplémentaire VII*bis*, Tome VIII. Bruxelles, Henri Lamertin, 1911; 3 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

L'internationalisme scientifique (Sciences pures et Lettres), par H. EIJKMAN. La Haye, W.-P. van Stockum et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Sur les propriétés des nombres en diagonale, par ANTONIO CABREIRA. (Extr. des *Trabalhos da Academia de Sciencias de Portugal*, 1re série, t. II.) Lisbonne, 1910; 1 fasc. in-8°.

Abhandlungen über Dialyse (*Kolloide*). Drei Abhandlungen von TH. GRAHAM. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1911; 1 vol. in-12.

La matière et les forces de la nature, par D. BRISSET; 2e édition. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911; 1 vol. in-12.

Bulletin de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco); no 211 : *Observations faites au Musée océanographique de Monaco, sur le mode et la vitesse de croissance de* Stauridium Cladonema *H.*, par ALFRED HEILBRONN. — No 212 : *Contributions au système des Méduses, basées sur des formes bathypélagiques des Campagnes scientifiques de S. A. S. le Prince de Monaco*, par OTTO MASS. — No 213 : *Études sur les gisements de coquilles comestibles des côtes de France : La presqu'île du Cotentin* (avec deux Cartes), par L. JOUBIN. Monaco, juillet 1911; 3 fasc. in-8o.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 OCTOBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Présentation de deux Volumes des « Annales de l'Observatoire de Paris »*, par M. **B. Baillaud**, directeur.

En présentant à l'Académie les deux Volumes d'*Annales*, contenant les observations faites à l'Observatoire de Paris en 1893 et 1905, M. B. Baillaud s'exprime en ces termes :

L'achèvement du premier des deux Volumes d'*Annales* a été annoncé, il y a quelques mois, lors de la présentation du Volume de 1892. Les matières contenues dans les deux Volumes nouveaux diffèrent sensiblement de l'un à l'autre. Tous deux renferment des observations au grand cercle méridien, à la lunette et au cercle de Gambey; celles de 1893 concernaient les étoiles du Catalogue de Lalande, celles de 1905 les étoiles de repère des clichés de la zone du Catalogue photographique de Paris.

En 1893 et en 1905 on observa aux mêmes instruments le Soleil, les planètes principales et la Lune. Le Volume de 1893 contient en outre des observations des étoiles de Lalande faites au Cercle méridien du Jardin, des observations de planètes et de comètes aux équatoriaux. En 1905 on n'a travaillé au Cercle du Jardin que pour l'étude et l'amélioration de l'instrument, et les observations équatoriales ont été très peu nombreuses, la plupart des astronomes à qui ces instruments étaient confiés ayant été envoyés en mission pendant l'été pour observer l'éclipse de Soleil.

Nous avons inséré dans les deux Volumes la partie des observations de

nébuleuses et d'amas stellaires de M. Bigourdan, relative au fuseau compris entre $10^h,0$ et $12^h,0$ d'ascension droite.

C'est le Bureau des Calculs qui, sous la direction de M. Lagarde, assisté spécialement par M. Maubant, a effectué pour les observations méridiennes tous les travaux concernant la vérification des calculs, la déduction et la comparaison des résultats et leur publication. Les autres parties du travail ont été exécutées par les observateurs eux-mêmes, sauf la réduction et la publication des observations de notre regretté confrère O. Callandreau, qui ont été confiées à M. Schaumasse, actuellement attaché à l'Observatoire de Nice.

L'Académie constatera sans doute, avec satisfaction, la marche régulière des publications de notre Observatoire. Je rappellerai qu'elle a reçu, il y a quatre semaines, de l'Observatoire de Bordeaux, le troisième Volume de la partie du Catalogue photographique attribuée à cet observatoire, Volume qui contient les coordonnées rectilignes de 36 766 étoiles situées entre 14° et 16° de déclinaison boréale. La même activité se manifeste dans tous les observatoires français. Je ne puis ne pas saisir l'occasion qui s'offre à moi d'exprimer le regret que ces établissements ne soient pas tous assez largement dotés à cet égard, et de rappeler que l'Observatoire de Paris a non seulement à préparer et à imprimer le catalogue résultant des observations faites à Paris depuis 1882, à réduire et à publier les observations faites depuis 1906, mais encore celles de 1894, 1895, 1896. Il sera bien difficile, avec nos ressources, de combler cette lacune sans créer de nouveaux retards, si quelque aide ne vient pas à notre secours.

ASTRONOMIE. — *Sur la formation des soleils.* Note de M. **Ch. André**.

Dans une récente Communication (¹) j'ai montré que l'argument, tiré par M. J.-T.-T. See de ce qu'il appelle le *criterium de Babinet* et par lequel il déclare rendre désormais indéfendable la théorie cosmogonique de Laplace, ne diminuait en rien la valeur de la belle conception de cet illustre astronome; aujourd'hui je voudrais faire voir que les recherches physiques récentes confirment ce système en le rajeunissant.

Remontons en effet un peu plus haut dans la formation du système so-

(¹) *Comptes rendus*, 23 octobre 1911.

laire, ou plutôt dans l'évolution de cet immense ensemble de soleils qui forme notre monde stellaire.

A l'origine (car si, dans son ensemble, l'Univers est infini dans l'espace et dans le temps, chacun des éléments qui le composent a un commencement et une fin), à l'origine, dis-je, la masse entière des étoiles qui le forment actuellement était disséminée au moins dans l'espace tout entier qu'il occupe, et son degré de ténuité était tel qu'un litre d'hydrogène ($0^g,09$) répandu dans un volume de 10000000000 de litres formerait un milieu de densité certainement supérieure à la sienne.

A cet état extrême de ténuité ce milieu peut-il être considéré comme ce que nous appelons *matière* et jouit-il des propriétés que nous attachons à ce mot? Cela n'est pas probable. Ne serait-il pas plutôt formé de ces éléments insécables dont Planck et Star ont démontré la nécessité pour la transmission de la lumière et qui, au lieu d'être formés de matière, sont formés d'énergie?

Comment ce milieu s'est-il transformé en matière? Nous l'ignorons et toute cette période de l'existence de la voie lactée nous échappe absolument. Son évolution ne nous est compréhensible qu'à partir du moment où, après une condensation déjà considérable, nous avons un milieu dont les particules obéissent aux lois physiques que nous connaissons et en particulier à la gravitation universelle.

Imaginons alors qu'en un point quelconque de cet immense océan et par suite de son hétérogénéité alors acquise se forme un ensemble où l'attraction agisse plus énergiquement que partout ailleurs; il se rassemblera peu à peu autour de lui, en s'isolant du reste de la nébulosité, une masse, d'ailleurs de dimensions énormes, de matière stellaire. Telle est, d'après nous, l'origine de toutes les étoiles.

A ce stage de l'évolution, cette masse relativement froide nage dans un espace beaucoup plus froid encore; par sa surface elle rayonnera de la chaleur et elle semble devoir se refroidir progressivement; mais en même temps, par suite de l'attraction de tout l'intérieur, les parties superficielles se rapprochent progressivement du centre, la masse se contracte, la densité de la matière augmente peu à peu proportionnellement; mais, à ce travail mécanique correspond une certaine quantité de chaleur qui se répand dans la masse et en élève la température. Or, d'après la loi de Lane, aussi longtemps que, dans son évolution, l'ensemble que nous considérons, composé de substances vraisemblablement d'atomicités faibles, conserve les propriétés d'un gaz parfait, la quantité de chaleur provenant du travail de la con-

traction est bien supérieure à celle qui se perd par rayonnement superficiel, de sorte que, tout compte fait, la température de cette masse gazeuse, quoiqu'elle soit soumise à une action réfrigérante continue, s'élève d'une façon progressive et s'élèvera de plus en plus tant que la condition précédente sera remplie; pendant toute cette période, la masse, qui sera plus tard une étoile, n'est encore qu'une nébuleuse.

D'après Perry, dans un pareil système, la loi de Lane cesse d'être applicable lorsque la densité du gaz au centre de la masse est devenue égale au $\frac{1}{10}$ de celle de l'eau prise dans les conditions ordinaires de nos laboratoires, ou à 1500 fois celle de l'hydrogène à 0° et à $0^m,760$, ou encore, en d'autres termes, lorsque cette matière aura au centre de la future étoile une densité environ 10 millions de fois plus forte qu'à l'origine.

A ce moment, la chaleur perdue par rayonnement égale le gain dû au travail de contraction; mais bientôt après, elle le surpassera et ceci de plus en plus; à ce moment, évidemment des plus importants dans l'histoire de sa vie évolutive, l'étoile a donc atteint son maximum de température.

Au point de vue température, la vie d'une étoile comprend donc deux périodes non symétriques, l'une à température ascendante, l'autre à température descendante, séparées par un intervalle où celle-ci atteignant sa plus grande valeur reste à peu près stationnaire; de chaque côté de ce maximum on rencontre, sur les branches de la courbe des températures, deux points où celle-ci est la même; l'étoile repasse donc alors qu'elle vieillit par les mêmes températures qu'elle avait dans sa jeunesse. Sur la forme de la courbe, je suis donc d'accord avec Sir V. Lockyer, mais je diffère avec lui en ce que, en ces moments d'égale température, l'astre est bien dissemblable à lui-même, nébuleuse d'un côté, soleil de l'autre.

Mais revenons à la future étoile à l'époque où elle atteint sa température maximum. A partir de là la condensation centrale augmentera progressivement en même temps que, relativement à elle, l'atmosphère extérieure diminuera de densité; elle se séparera en deux parties, dont les liens de dépendance mécanique se relâcheront; la nébuleuse deviendra peu à peu une étoile nébuleuse, puis une véritable étoile, c'est-à-dire un soleil; c'est à cette période qui suit de près le maximum de température que Laplace prend notre Soleil, une condensation centrale entourée d'une atmosphère très étendue; et c'est dans cette atmosphère, et cette atmosphère seule, qu'a lieu d'après lui la formation des planètes.

Il est peut-être bon de citer en terminant les lignes principales de la conception de Laplace :

« La considération des mouvements planétaires nous donne à penser qu'en vertu d'une chaleur excessive l'atmosphère du Soleil s'est primitivement étendue au delà des orbes de toutes les planètes et qu'elle s'est resserrée successivement jusqu'aux limites actuelles. » Et aussi : « Dans l'état primitif où nous supposons le Soleil, il ressemblait aux nébuleuses que le télescope nous montre composées d'un noyau plus ou moins brillant entouré d'une nébulosité qui, se condensant à la surface du noyau, le transforme en étoile, et enfin, si l'on conçoit, par analogie, toutes les étoiles formées de cette manière, on peut imaginer leur état antérieur de nébulosité, précédé lui-même par d'autres états dans lesquels la matière nébuleuse était de plus en plus diffuse, le noyau de moins en moins lumineux. On arrive ainsi, en remontant aussi loin qu'il est possible, à une nébulosité tellement diffuse, qu'on pourrait à peine en soupçonner l'existence. »

N'est-ce pas, par un chemin inverse, le Tableau que les données scientifiques actuelles nous donnent de l'évolution du monde stellaire?

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Les Hypothèses cosmogoniques*. Dans ce Volume, où sont reproduites les leçons qu'il a professées à la Sorbonne l'année dernière, l'auteur passe en revue les diverses hypothèses proposées pour expliquer l'origine du monde. Celle de Laplace reste une des plus vraisemblables, et l'on a pu répondre sans trop de peine aux principales objections qu'on lui a opposées. Les théories de Faye, de Ligondès, de See sont également discutées, ainsi que celle de Darwin où les marées jouent un rôle prépondérant. Puis viennent les théories qui sortent des limites du système solaire, qui s'efforcent de rendre compte de la variété des systèmes stellaires et dont les principales sont celles de Lockyer et d'Arrhenius.

M. **Poincaré** fait également hommage à l'Académie de la deuxième édition de son *Calcul des Probabilités*. De nombreuses additions ont été faites au texte de la première édition; les principales sont relatives à la théorie de la fonction caractéristique et à ses applications à la théorie des erreurs; à diverses questions relatives au mélange des cartes, au mélange des liquides, etc.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un de ses Membres qui devra occuper, dans la *deuxième Section de la Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. *L. Troost*.

Aux termes de la loi, ce Membre doit être choisi en dehors des quatre Sections de Zoologie, Botanique, Économie rurale, Médecine et Chirurgie.

M. **Armand Gautier** réunit l'unanimité des suffrages exprimés.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Notices sur* Ernest Lebon.

2° Ernest Lebon. *Mémoires sur les Mathématiques, la Recherche des facteurs premiers des nombres, l'Histoire des sciences, notamment l'Histoire de l'Astronomie*. 1876-1911.

3° *Essai sur une méthode de comptabilité des chemins de fer*, par Gustave Pereire; 1re Partie. (Présenté par M. Le Chatelier.)

4° Société de Secours des Amis des Sciences. *Compte rendu du cinquante-quatrième exercice. Quarante-huitième séance publique annuelle tenue le* 20 *mai* 1911 *sous la présidence de M. Darboux*.

5° *Géologie du bassin de Paris*, par M. Paul Lemoine. (Présenté par M. Termier.)

6° *Les ressources de la France en minerais de fer*, par M. P. Nicou. (Présenté par M. Termier.)

7° C. Mathis et M. Léger. *Recherches de parasitologie et de pathologie humaines et animales au Tonkin*. (Présenté par M. A. Laveran.)

8° Jacques Lœb. *La fécondation chimique (Parthénogenèse artificielle)*, traduit par Anna Drzewina. (Présenté par M. Henneguy.)

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces* R. Note [1] de M. **A. Demoulin.**

1. Supposons qu'une droite d définie par les équations

$$x = az + m, \qquad y = bz + n$$

engendre une congruence R [2]. α et β désignant les paramètres des asymptotiques des deux nappes de la surface focale, a, b, m, n, an-bm satisfont à une équation de Laplace à invariants égaux de la forme

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial\alpha\,\partial\beta} + \frac{1}{2}\frac{\partial \log\lambda}{\partial\beta}\frac{\partial\theta}{\partial\alpha} + \frac{1}{2}\frac{\partial\log\lambda}{\partial\alpha}\frac{\partial\theta}{\partial\beta} = 0 \quad [3].$$

Définissons maintenant quatre quantités a_1, b_1, m_1, n_1 par les équations

$$\frac{\partial a_1}{\partial\alpha} = \lambda\frac{\partial a}{\partial\alpha}, \quad \frac{\partial b_1}{\partial\alpha} = \lambda\frac{\partial b}{\partial\alpha}, \quad \frac{\partial m_1}{\partial\alpha} = \lambda\frac{\partial m}{\partial\alpha}, \quad \frac{\partial n_1}{\partial\alpha} = \lambda\frac{\partial n}{\partial\alpha},$$

$$\frac{\partial a_1}{\partial\beta} = -\lambda\frac{\partial a}{\partial\beta}, \quad \frac{\partial b_1}{\partial\beta} = -\lambda\frac{\partial b}{\partial\beta}, \quad \frac{\partial m_1}{\partial\beta} = -\lambda\frac{\partial m}{\partial\beta}, \quad \frac{\partial n_1}{\partial\beta} = -\lambda\frac{\partial n}{\partial\beta}.$$

La droite d_1, représentée par les équations

$$x = a_1 z + m_1, \qquad y = b_1 z + n_1,$$

engendrera aussi une congruence R [4].

On obtient ainsi une *transformation* des congruences R; une autre transformation des congruences R est fournie par l'homographie (ou la dualité) la plus générale. Il est clair qu'en employant alternativement ces deux trans-

---

[1] Reçue dans la séance du 16 octobre 1911.

[2] Pour la définition des congruences R, voir notre Note du 25 septembre 1911.

[3] Cette propriété caractérise, parmi les congruences W, celles qui sont R. On déduit de là le théorème suivant : *Pour qu'une congruence* W *soit* R, *il faut et il suffit que les surfaces de la congruence circonscrites aux deux nappes de la surface focale suivant leurs asymptotiques découpent sur* un *plan un réseau conjugué à invariants égaux. Lorsque cette condition sera vérifiée, la même propriété appartiendra à tous les plans de l'espace.*

[4] Les droites d et d_1 engendrent simultanément des développables et leurs points focaux sont situés dans deux plans parallèles au plan des xy.

formations, on pourra déduire d'une congruence R donnée, au moyen de quadratures seulement, une suite indéfinie de congruences R.

2. Envisageons encore une congruence R. α, β ayant la même signification que plus haut, les cosinus directeurs c, c', c'' de la droite d qui l'engendre, considérés comme fonctions de α et de β, satisfont à une équation de Laplace à invariants égaux. Il suit de là que le réseau (α, β) décrit par le point (c, c', c'') est l'image sphérique des asymptotiques d'une surface S : *celle-ci est une surface* R. Désignons par A le réseau R, situé sur la surface S, mis en évidence par ce théorème, et appelons *transformation* T l'opération en vertu de laquelle on passe de la congruence (d) au réseau A [1]. *Les réseaux focaux de la congruence* (d) (qui sont R) *correspondent, dans la transformation* T, *aux congruences* R *engendrées par les tangentes du réseau* A.

3. Soient x, y, z les coordonnées d'un point quelconque M d'une surface (M) rapportée au réseau (α, β) de ses asymptotiques. Ces quantités satisfont à un système de la forme

$$\frac{\partial^2 \omega}{\partial \alpha^2} = p\frac{\partial \omega}{\partial \alpha} + q\frac{\partial \omega}{\partial \beta}, \qquad \frac{\partial^2 \omega}{\partial \beta^2} = p'\frac{\partial \omega}{\partial \alpha} + q'\frac{\partial \omega}{\partial \beta}.$$

p, q, p', q' sont liées par les trois relations (7) de notre Note du 24 août 1908. L'une d'elles permet de poser

$$(1) \qquad p = \frac{\partial \sigma}{\partial \alpha}, \qquad q' = \frac{\partial \sigma}{\partial \beta}.$$

Soit (λ, μ) une solution du système

$$(2) \qquad \frac{\partial \lambda}{\partial \alpha} = p\lambda + q\mu, \qquad \frac{\partial \mu}{\partial \beta} = p'\lambda + q'\mu;$$

la tangente de la surface (M) dont $\mu, -\lambda$ sont les paramètres directeurs superficiels engendre une congruence W.

---

[1] Voici deux exemples de réseau R et de congruence R qui se correspondent dans la transformation T : 1° le réseau des lignes de courbure d'une surface à courbure totale constante et la congruence des normales de cette surface; 2° un réseau sphérique isothermique et la congruence des normales de la surface minima qui admet ce réseau comme image de ses lignes de courbure.

Si l'on pose $\mu = \lambda\varphi$, le système (2) peut être remplacé par le suivant :

$$\frac{\partial \log\lambda}{\partial\alpha} = p + q\varphi, \qquad \frac{\partial \log\lambda}{\partial\beta} = \frac{p'}{\varphi} + q' - \frac{\partial \log\varphi}{\partial\beta}.$$

En écrivant la condition d'intégrabilité pour $\log\lambda$, on trouve

$$(3) \qquad \frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{p'}{\varphi}\right) - \frac{\partial}{\partial\beta}(q\varphi) = \frac{\partial^2 \log\varphi}{\partial\alpha\,\partial\beta}.$$

Pour que la surface (M) soit R, il faut et il suffit que l'équation (3) admette deux solutions égales et de signes contraires. Si φ est l'une d'elles, on a

$$(4) \qquad \varphi = \frac{B}{A}, \qquad \frac{\partial}{\partial\alpha}\left(\frac{p'}{\varphi}\right) = \frac{\partial}{\partial\beta}(q\varphi),$$

A désignant une fonction de α, et B une fonction de β. L'équation du réseau R correspondant est $A^2 d^2\alpha - B^2 d\beta^2 = 0$. Un choix convenable des paramètres α, β permet de poser $A = B = 1$; par suite, $\varphi = 1$ et la seconde équation (4) devient $\frac{\partial q}{\partial\beta} = \frac{\partial p'}{\partial\alpha}$. Telle est l'équation qui caractérise les surfaces R [1]. On en déduit $q = \frac{\partial\theta}{\partial\alpha}$, $p' = \frac{\partial\theta}{\partial\beta}$. Si l'on porte ces valeurs de q, p' et les valeurs (1) de p, q' dans les deux dernières relations (7) de notre Note du 24 août 1908, on obtiendra, pour déterminer les surfaces R, un système de deux équations aux dérivées partielles aux inconnues σ et θ.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles périodiques.* Note de M. **Eugenio-Elia Levi**, présentée par M. Émile Picard.

M. Levi-Civita, dans un Mémoire paru dernièrement dans les *Annales de l'École Normale supérieure* (1911, p. 325-375), a démontré l'existence d'un

---

[1] Voici une autre propriété caractéristique des surfaces R : *Pour qu'une surface soit* R, *il faut et il suffit que le système*

$$\frac{\partial^2\psi}{\partial\alpha^2} = p\frac{\partial\psi}{\partial\alpha} + q\frac{\partial\psi}{\partial\beta} + 1, \qquad \frac{\partial^2\psi}{\partial\beta^2} = p'\frac{\partial\psi}{\partial\alpha} + q'\frac{\partial\psi}{\partial\beta} + 1$$

soit intégrable.

moyen mouvement du nœud lunaire : c'est-à-dire, au point de vue analytique, il a démontré qu'étant donnée l'équation différentielle à laquelle satisfait l'anomalie θ du nœud lunaire, il y a un nombre ω tel que, pour toute solution de cette équation, on peut poser

$$\theta = \omega t + \varepsilon(t), \tag{1}$$

où $\varepsilon(t)$ reste fini même pour t indéfiniment croissant. Je me propose de démontrer un théorème qui contient celui de M. Levi-Civita comme cas particulier : *Étant donnée une équation différentielle de premier ordre*

$$\frac{d\theta}{dt} = \Theta(\theta, t), \tag{2}$$

où Θ est une fonction finie, continue, satisfaisant aux conditions de Lipschitz, et périodique avec la période T *par rapport à t, et τ par rapport à θ, toutes ses solutions ont la forme* (1).

Remarquons avant tout que :

1° Si $\theta(t)$ est une solution de (2), il en est de même de toute fonction $\theta(t+k\mathrm{T}) + k_1\tau$, k et k_1 étant des entiers quelconques ;

2° Si $\theta(t)$ et $\theta_1(t)$ sont deux solutions de (2) telles que pour $t = t_1$ on ait $\theta(t_1) = \theta_1(t_1 + k\mathrm{T}) + k_1\tau$ (k et k_1 entiers), on aura toujours

$$\theta(t) = \theta_1(t + k\mathrm{T}) + k_1\mathrm{T}.$$

En effet, en vertu de 1°, les deux membres de cette égalité sont deux solutions de (2) qui, pour $t = t_1$, prennent la même valeur.

J'appelle solution *quasipériodique d'ordre k* (k entier) de (1) toute solution qui croît de Nτ, où N est entier, lorsque t croît de kT : une telle solution sera de la forme

$$\theta(t) = \frac{\mathrm{N}\tau}{\mathrm{T}} t + \sigma(t), \tag{3}$$

où $\sigma(t)$ est périodique avec la période kT : elle aura donc la forme (1). Pour vérifier qu'une solution est quasipériodique d'ordre k, il suffit, d'après 2°, de vérifier que, pour une valeur t_1 de t, on a

$$\theta(t_1 + k\mathrm{T}) - \theta(t_1) = \mathrm{N}\tau.$$

Cela posé, désignons par $\theta(\theta_0, t)$ la solution de (2) pour laquelle on a $\theta(\theta_0, 0) = \theta_0$; d'après 2° il suffira de prouver que les solutions $\theta(\theta_0, t)$ pour $0 \leqq \theta_0 < \tau$ sont du *type* (1).

Distinguons deux cas :

1° Il y a un entier k tel que (2) a une solution quasipériodique d'ordre k. En changeant, s'il le faut, θ en $\theta-\gamma$ on peut toujours supposer qu'une telle solution soit $\theta(0, t)$. Or, en vertu de 2°, on ne peut jamais avoir

$$\theta(\theta_0, t_1)-\theta(0, t_1)=k_1\tau$$

si l'on n'a pas $\theta_0=k_1\tau$: donc, puisque $\theta(\theta_0, t)-\theta(0, t)$ est une fonction continue de θ_0 qui pour $\theta_0=0$ est nulle et qui pour $0\leqq\theta_0<\tau$ ne passe jamais par les valeurs τ, ni $-\tau$, on aura $|\theta(\theta_0, t)-\theta(0, t)|<\tau$.

Comme $\theta(0, t)$ est de la forme (3), on aura donc pour $0\leqq\theta_0<\tau$

$$(4)\qquad \theta(\theta_0, t)=\frac{N\tau}{T}t+\sigma(t)+\eta(\theta_0, t)\tau,$$

où $\sigma(t)$ est périodique avec la période kT et $|\eta(\theta_0, t)|<1$: (4) a donc bien la forme (1).

2° Quel que soit k, il n'y a pas de solution quasipériodique d'ordre k. Posons alors

$$(5)\qquad \theta(\theta_0, kT)-\theta_0=N_k(\theta_0)\tau+\varepsilon_k(\theta_0),$$

$N_k(\theta_0)$ étant un entier et $0\leqq\varepsilon_k(\theta_0)<\tau$. La fonction $\varepsilon_k(\theta_0)$ peut être discontinue seulement dans les points $\overline{\theta_0}$ où $\varepsilon_k(\overline{\theta_0})=0$; mais alors on aurait $\theta(\overline{\theta_0}, kT)=N_k(\overline{\theta_0})\tau$ et la fonction $\theta(\overline{\theta_0}, t)$ serait quasipériodique : donc on aura toujours $0<\varepsilon_k(\theta_0)<\tau$, $\varepsilon_k(\theta_0)$ sera continue, $N_k(\theta_0)$ sera une constante N_k. Posons $\sigma_k^{(1)}(\theta_0)=\theta_0+\varepsilon_k(\theta_0)$, $\sigma_k^{(i)}(\theta_0)=\sigma_k^{(1)}[\sigma_k^{(i-1)}(\theta_0)]$: on aura $\theta_0<\sigma_k^{(1)}(\theta_0)<\theta_0+\tau<2\tau$, $\theta_0<\sigma_k^{(i)}(\theta_0)<(i+1)\tau$. Par (5) on aura encore $\theta(\theta_0, kT)=\theta[\sigma_k^{(1)}(\theta_0), 0]+N_k\tau$; donc, d'après 2°,

$$\theta(\theta_0, t)=\theta[\sigma_k^{(1)}(\theta_0), t-kT]+N_k\tau=\theta[\sigma_k^{(i)}(\theta_0), t-kiT]+iN_k\tau.$$

En posant $t=ikT$, on en tire

$$\sigma_{ik}^{(1)}(\theta_0)+N_{ik}\tau=\sigma_k^{(i)}(\theta_0)+iN_k\tau,\qquad N_{ik}\tau=iN_k\tau+[\sigma_k^{(i)}(\theta_0)-\sigma_{ik}^{(1)}(\theta_0)].$$

Mais des inégalités auxquelles satisfont les $\sigma_k^{(i)}$, on déduit

$$-\tau<\sigma_k^{(i)}(\theta_0)-\sigma_{ki}(\theta_0)<(i+1)\tau;$$

donc si nous remarquons que N_k et N_{ki} sont des entiers, on aura

$$(6)\qquad iN_k\leqq N_{ki}\leqq i(N_k+1).$$

De même

$$kN_i\leqq N_{ki}\leqq k(N_i+1).$$

Donc

$$iN_k \leqq k(N_i + 1), \qquad kN_i \leqq i(N_k + 1),$$

c'est-à-dire

$$\frac{N_k}{k} - \frac{1}{i} \leqq \frac{N_i}{i} \leqq \frac{N_k}{k} + \frac{1}{k}.$$

Il y a donc un nombre p tel que

(7) $$\lim_{k=\infty} \frac{N_k}{k} = p, \qquad \left| p - \frac{N_k}{k} \right| < \frac{1}{k}.$$

On peut donc écrire

$$\theta(\theta_0, t) = \frac{p\tau}{T} t + \varepsilon(t),$$

où l'on définit $\varepsilon(t)$ en posant, pour $kT \leqq t \leqq (k+1)T$,

$$\varepsilon(t) = \theta[\sigma_k^{(1)}(\theta_0), t - kT] + (N_k - kp)\tau + \frac{p\tau}{T}(kT - t);$$

$\theta(\theta_0, t)$ aura donc bien la forme (1) puisque, en appelant M le maximum de $|\theta(\theta_0, t)|$ pour $0 \leqq \theta_0 \leqq 2\tau$, $0 \leqq t \leqq T$, on a par (7) $|\varepsilon(t)| < M + \tau(1 + p)$.

On peut même remarquer que de l'inégalité (6) on tire $N_{k^m} \leqq \frac{N_{k^{m+1}}}{k}$, donc la suite $N_1, \frac{N_k}{k}, \frac{N_{k^2}}{k^2}, \ldots, \frac{N_{k^m}}{k^n}, \ldots$ est croissante, et, comme elle a encore pour limite p, on aura toujours $p \geqq \frac{N_k}{k}$.

Nous terminons en remarquant, avec M. Levi-Civita (*loc. cit.*, p. 371), qu'il y a peut-être dans les formules (7) une nouvelle méthode pour le calcul numérique du moyen mouvement du nœud lunaire.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommabilité de la série de Taylor.* Note de M. **Paul Dienes**, présentée par M. Émile Picard.

1. Soit donnée la série

(1) $$f(x) = \sum_{n=0}^{\infty} a_n x^n,$$

et, pour plus de simplicité, supposons que le rayon de convergence soit l'unité. Si la série (1) est convergente pour $x = e^{i\theta_0}$, il en résulte que $\lim_{n=\infty} a_n = 0$ et que, quand on s'approche de $e^{i\theta_0}$ à l'intérieur du cercle de convergence dans un domaine angulaire d'ouverture inférieure à π, $f(x)$ tend vers une limite bien déterminée (théorème d'Abel). De même, l'existence de la

limite des moyennes arithmétiques d'ordre r a pour conséquence l'équation $\lim_{n=\infty} n^{-r} a_n = 0$, et l'existence de la limite $\lim_{x=e^{i\theta_0}} f(x)$ dans le domaine indiqué (théorèmes de Frobenius et de Hölder).

La réciproque n'est pas vraie. — C'est-à-dire, si la condition $\lim_{n=\infty} n^{-r} a_n = 0$ est remplie et si la limite $\lim_{x=e^{i\theta_0}} f(x)$ existe, il ne s'ensuit pas que les moyennes arithmétiques d'ordre r formées en $e^{i\theta_0}$ aient une limite. La preuve en est que les moyennes arithmétiques de la fonction

$$\frac{e^{\frac{1}{x-1}}}{(1-x)^{2r+1}} = \Sigma \gamma_n x^n,$$

formées pour $x=1$, ne restent pas bornées pour $n=\infty$ quoique $\lim_{n=\infty} n^{-r}\gamma_n = 0$ et la fonction tend vers zéro quand on s'approche de 1 dans le domaine angulaire considéré plus haut ([1]). De cette dernière espèce de régularité imposée à $f(x)$, on ne peut donc pas conclure en général ni à la convergence, ni à la sommabilité de la série (1).

Un théorème célèbre de Riemann sur les séries trigonométriques nous assure cependant que, du moins si les a_n tendent vers zéro, la convergence en un point du cercle ne dépend que des conditions locales imposées à $f(x)$ au voisinage de ce point. On peut en déduire facilement que, *la condition nécessaire* $\lim_{n=\infty} a_n = 0$ *étant satisfaite, la série* (1) *est convergente dans chaque point du cercle de convergence où la fonction est continue et à variation bornée*, et cela sans qu'on fasse aucune hypothèse sur l'allure de la fonction dans les autres points du cercle. En particulier, la fonction peut ne pas être bornée dans le cercle de convergence. Remarquons encore, et l'on peut s'en rendre compte par des exemples, que la fonction peut être continue sans que la série soit convergente.

2. Plus généralement *si, à l'intérieur du cercle*, c'est-à-dire en s'approchant de $e^{i\theta_0}$ par un chemin quelconque à l'intérieur du cercle,

(2) $$\lim_{x=e^{i\theta_0}} f(x) = A,$$

et si

(3) $$\lim_{n=\infty} \frac{a_n}{n} = 0,$$

([1]) Voir à ce sujet Fejér, *Sur une méthode de M. Darboux* (*Comptes rendus*, 30 novembre 1908).

on a

(4) $$\lim_{n=\infty} s_n^{(1)}(e^{i\theta_0}) = \lim_{n=\infty} \frac{s_0 + s_1(e^{i\theta_0}) + \ldots + s_n(e^{i\theta_0})}{n} = \mathrm{A}.$$

C'est l'inversion la plus complète obtenue jusqu'ici du théorème de Frobenius. La condition (3) est indispensable, car elle est la conséquence de (4).

De même, (3) *étant satisfait, l'hypothèse qu'à l'intérieur du cercle*

(5) $$\limsup_{x=e^{i\theta_0}} |f(x)| \leqq \mathrm{A}$$

entraîne l'inégalité

$$\limsup_{n=\infty} |s_n^{(1)}(e^{i\theta_0})| \leqq \mathrm{A}.$$

En résumé, si les a_n satisfont à la condition (3), l'allure des moyennes arithmétiques des s_n formées en $e^{i\theta_0}$ nous décèle déjà l'allure générale de la fonction en ce point. En effet, si la limite (4) existe, on sait que la fonction tend vers A dans le domaine angulaire considéré plus haut ; si la limite (4) n'existe pas, mais si la suite $|s_n^{(1)}(e^{i\theta_0})|$ est bornée pour $n=\infty$, la fonction $f(x)$ est indéterminée en $e^{i\theta_0}$ et elle reste bornée quand on s'approche de ce point à l'intérieur du domaine angulaire; enfin, si la suite $|s_n^{(1)}(e^{i\theta_0})|$ n'est pas bornée, la fonction devient infinie au voisinage de $e^{i\theta_0}$.

3. On peut remplacer (3) par la condition plus générale

$$\lim_{n=\infty} \frac{a_n}{n^r} = 0,$$

r étant un nombre positif supérieur ou égal à 1. Dans ce cas ce sont les $s_n^{(r)}(e^{i\theta_0})$, les moyennes arithmétiques d'ordre r, qui remplacent $s_n^{(1)}$. On a ainsi les théorèmes :

Si la fonction tend vers A *à l'intérieur du cercle, on a* $\lim_{n=\infty} s_n^{(r)}(e^{i\theta_0}) = \mathrm{A}$.

Si, à l'intérieur du cercle $\limsup_{x=e^{i\theta_0}} |f(x)| \leqq \mathrm{A}$, *on a* $\limsup_{n=\infty} |s_n^{(r)}(e^{i\theta_0})| \leqq \mathrm{A}$.

Enfin, si les coefficients ne sont assujettis à aucune condition, on peut se servir de la sommation exponentielle de M. Borel. Voici les théorèmes correspondants :

Si la fonction est continue et à variation bornée en $e^{i\theta_0}$, *on a*

$$\lim_{a=\infty} e^{-a} \sum_{n=0}^{\infty} s_n(e^{i\theta_0}) \frac{a^n}{n!} = f(e^{i\theta_0}).$$

Si, à l'intérieur du cercle $\lim\limits_{x=e^{i\theta_0}} f(x) = \mathrm{A}$, *on a*

$$\lim_{a=\infty} e^{-a} \sum_{n=0}^{\infty} s_n^{(1)}(e^{i\theta_0}) \frac{a^n}{n!} = \mathrm{A}.$$

Si, à l'intérieur du cercle $\lim\limits_{x=e^{i\theta_0}} f(x) \leqq \mathrm{A}$, *on a*

$$\limsup_{a=\infty} e^{-a} \left| \sum_{n=0}^{\infty} s_n^{(1)}(e^{i\theta_0}) \frac{a^n}{n!} \right| \leqq \mathrm{A}.$$

4. L'intérêt principal de ces résultats est la constatation du fait que des conditions purement locales, c'est-à-dire se rapportant uniquement au point considéré, déterminent déjà la sommabilité de la série de Taylor. Comme, en fait, les réciproques de ces théorèmes ne sont pas vraies, on pourra sans doute imposer à $f(x)$ en $e^{i\theta_0}$ des conditions moins restrictives que (2) ou (5). Par exemple, traçons un cercle c_1 autour d'un point du rayon $(0, e^{i\theta_0})$ passant par $e^{i\theta_0}$ dans le domaine intérieur au cercle de convergence et extérieur à c_1. On s'achemine ainsi vers $e^{i\theta_0}$, près du cercle de convergence et de deux côtés différents. Supposons qu'on obtienne ainsi deux limites déterminées ou deux limites supérieures finies A et B. *Tous nos résultats subsistent sans aucune modification, à condition que le nombre* A *qui figure dans les théorèmes précédents soit remplacé par* $\frac{\mathrm{A}+\mathrm{B}}{2}$.

GÉOGRAPHIE. — *Sur la forme parabolique des accidents du relief constitués par les roches cristallines acides en Afrique occidentale.* Note [1] de M. **Henry Hubert**, transmise par M. Ch. Lallemand.

J'ai indiqué à plusieurs reprises qu'en Afrique occidentale les accidents du relief prenaient fréquemment la forme de dômes *polis et réguliers*. Les arguments fournis pour expliquer la forme des dômes dans nos pays ne s'appliquant pas pour les régions africaines que j'ai visitées, je me propose d'indiquer ici les faits suivants dont je fournirai par ailleurs une plus ample démonstration :

1° *Le polissage est dû à l'usure, sous l'influence des eaux de ruissellement.*

(1) Transmise dans la séance du 16 octobre 1911.

En Afrique tropicale, l'action érosive des eaux sauvages est beaucoup plus considérable que chez nous, surtout en raison de l'importance de chaque précipitation (jusqu'à 130^{mm} en 24 heures au Soudan). Aussi arrivent-elles à s'écouler en nappe, au lieu d'être canalisées dès leur arrivée au sol. Il en résulte qu'au cours de leur cheminement les matériaux meubles entraînés continueront à être répartis également, s'ils l'étaient déjà, au lieu de se réunir tout de suite dans des rigoles. Ces matériaux, en passant sur les roches dénudées, en détermineront l'usure, c'est-à-dire l'arrachement, suivi de transport, de petits éléments superficiels, lesquels, à leur tour, pourront servir d'abrasifs. Ainsi la roche ne tarde pas à se polir. L'observation prouve l'influence directe et exclusive des eaux sauvages au sujet de ce polissage pour les pays à fortes précipitations (climat équatorial et soudanais).

2° *L'usure-polissage n'a lieu qu'aux dépens de roches granitiques.*

Pratiquement, les éléments susceptibles de déterminer l'usure-polissage sont empruntés à la roche elle-même. Mais cette usure n'est possible ni pour les roches ayant peu de cohésion; ni pour les roches sédimentaires ou feuilletées (trop peu homogènes); ni pour les roches exclusivement quartzeuses (le quartz, pratiquement inattaquable, ne pouvant être mis en liberté par les divers modes d'érosion qu'en quantité trop minime); ni pour celles dépourvues de quartz (tous leurs éléments, susceptibles d'altération superficielle, ne pouvant guère fournir comme abrasifs que des éléments moins durs que ceux sur lesquels ils ont à agir). Par conséquent, les seules roches susceptibles de polissage sont celles ayant la composition minéralogique des granites.

3° *Le polissage est caractéristique de certaines régions.*

Dès qu'on atteint les régions septentrionales, moins favorisées quant aux précipitations atmosphériques, d'autres modes d'érosions que l'usure par ruissellement prédominent, et l'on n'observe plus de polissage. Dans la boucle du Niger, la limite la plus septentrionale où le polissage se manifeste nettement semble être au-dessous du quatorzième parallèle (région de Tibbo) [1].

4° *La prédominance de l'usure-polissage comme mode d'érosion donne naissance à des dômes polis et réguliers dont le profil est parabolique* [1].

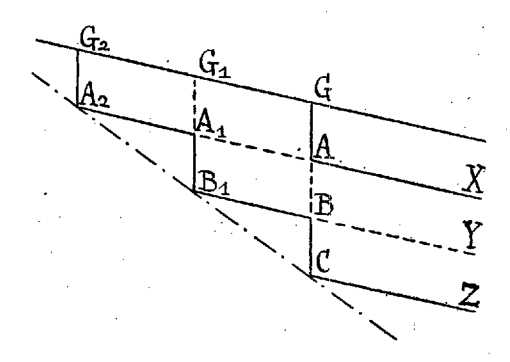
Les dômes, étant polis, ne peuvent être que granitiques. Pratiquement le seul abrasif est le quartz; sa faculté d'usure varie avec sa vitesse de translation. Dans l'hypothèse

---

(1) Certains voyageurs ont cru reconnaître en Afrique occidentale la trace de phénomènes glaciaires par l'existence de roches polies, que le ruissellement intense de ces régions suffirait à expliquer. Bien mieux il se pourrait que le polissage par les eaux de surface, si net dans les régions tropicales, soit un argument en faveur de la théorie qui rapporte le poli glaciaire, non à l'action du glacier, mais à celle des eaux circulant au-dessous (Ch. Rabot, *Les débâcles glaciaires*, p. 57).

la plus simple, celle où le quartz se déplace le long d'un plan incliné, le mouvement initial de translation peut, par suite des frottements, être ou retardé, ou uniforme, ou demeurer accéléré. Dans le premier cas, purement théorique, il n'y a pas usure, le quartz ne tardant pas à s'arrêter.

Dans le second cas, un premier grain de quartz, agissant pour lui-même, use la roche parallèlement à elle-même, enlevant une portion telle que GAX, puisque son mouvement est uniforme. Un second grain de quartz, *semblable* au premier et placé au-dessus, enlèvera une portion telle que $G_1 A_1$ ABY, ..., etc. Si l'action des grains de quartz se réduisait à cela, l'usure se traduirait finalement par la production d'un plan telle que $A_2 B_1$ C, ..., plus incliné que le plan originel. Mais le premier grain de quartz,



par le fait même qu'il use la roche, met en liberté d'autres grains agissant également pour eux-mêmes et pouvant déterminer l'usure. Leur nombre, et par suite, leur action augmente rapidement à mesure qu'on se rapproche du bas de la pente; par conséquent AX n'est pas une droite mais une courbe s'écartant constamment du plan primitif. De même BY est une courbe plus inclinée que AX, ..., etc., et, puisque dans le granite on peut considérer les grains de quartz comme répartis à distances égales et très faibles, on voit que la courbe due à l'usure est, non pas une droite telle que $A_2 B_1$ C, ..., mais une courbe *convexe vers le haut*.

Dans le troisième cas, à plus forte raison, on a encore affaire à une courbe convexe vers le haut (1).

La courbure de cette courbe est constamment variable dans le temps, l'usure étant d'autant plus rapide qu'on considère un point plus éloigné du sommet. En fait le profil obtenu n'est ni une hyperbole (car la courbure, même fort loin de l'axe, garde toujours une valeur appréciable), ni un cercle (celui-ci ne pouvant tout au plus que marquer un passage).

Si théoriquement on peut avoir une ellipse, comme on est toujours au voisinage d'un axe, c'est une parabole qui rend le mieux l'aspect de ce qu'on observe; aussi dirons-nous que le profil est parabolique.

---

(1) On remarquera que, dans le second cas, dès que l'usure a commencé, le mouvement des grains de quartz sur la nouvelle surface ne peut plus être qu'accéléré, ce qui favorise encore l'obtention de la courbe convexe.

Si le profil primitif de la roche dénudée était quelconque au lieu d'être formé par un plan incliné, on pourrait n'avoir, au lieu d'une seule courbe continue de plusieurs centaines de mètres, que des fractions de courbes paraboliques.

5° *La forme en dôme est acquise et non préexistante.*

Les arguments permettant de démontrer que la forme en dôme est bien acquise sont trop nombreux pour être fournis ici. Le polissage montre bien, en tous cas, que la forme définitive est due à l'érosion. En outre, les observations faites dans la région de Kong (Côte d'Ivoire) montrent que le ruissellement détermine la mise à nu de lentilles granitiques qui se polissent et sont par suite susceptibles de devenir l'amorce de nouveaux dômes. Ainsi s'explique l'allure caractéristique des accidents granitiques en Afrique occidentale.

6° *La forme en dôme se modifie dès que la prédominance de l'usure par ruissellement disparaît.*

De même que le polissage, les dômes polis et réguliers n'apparaissent plus à partir d'une certaine latitude et même, dans les régions qui sont favorables au développement de cette forme d'érosion, des accidents topographiques ou géologiques locaux, faisant obstacle au ruissellement en nappe, suffisent pour apporter des modifications au type régulier décrit précédemment.

En résumé, le profil parabolique est la forme d'équilibre vers laquelle tendent les accidents granitiques dans les régions où prédomine l'usure sous l'influence du ruissellement. Or le ruissellement étant fonction de la pente et surtout du climat, on voit que la forme décrite peut être considérée comme étant caractéristique des régions tropicales.

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude des effets spectraux des décharges électriques dans les gaz et les vapeurs.* Note (¹) de M. **G. Millochau**, présentée par M. G. Lippmann.

Hemsalech, Schuster et Schenck ont, depuis une dizaine d'années, étudié avec beaucoup de soins les relations qui existent entre la forme de la décharge et le spectre produit par celle-ci dans les étincelles courtes, jaillissant entre deux électrodes métalliques dans l'air ou dans des gaz à la pression atmosphérique.

(¹) Présentée dans la séance du 23 octobre 1911.

J'ai entrepris une étude identique sur les phénomènes qui se produisent dans les tubes de Plucker renfermant des gaz à pressions diverses.

Dans le dispositif expérimental que j'ai adopté, l'image du tube de Plucker (du type Monckowen et examiné en bout) est projetée sur une fente métallique, dont l'image est à son tour projetée sur une pellicule photographique circulaire tournant très rapidement dans son plan [1].

Le dispositif employé était sensiblement le même que celui décrit dans les *Comptes rendus* en 1906 (*Comptes rendus*, 26 mars 1906).

Les vibrations d'un diapason, enregistrées sur la pellicule, permettent d'en mesurer la vitesse de rotation.

En même temps que la forme de la décharge est étudiée avec cet appareil, on photographie le spectre produit par celle-ci, en se servant d'un spectrographe à faible dispersion, avec lequel le spectre peut être étudié de λ 3500 à λ 7000.

La source électrique employée a été: tantôt la bobine de Ruhmkorff, tantôt un condensateur chargé à l'aide de cet appareil ou d'une machine électrostatique.

J'ai pu ainsi constater :

1° Que la décharge peut être simple ou complexe, c'est-à-dire, dans ce dernier cas, être composée de plusieurs décharges simples différentes qui se juxtaposent ou se superposent;

2° Qu'à une décharge simple déterminée correspond toujours, quelle que soit la pression, le même spectre dans le capillaire du tube spectral;

3° Que, lorsqu'une décharge est complexe, le spectre obtenu est le résultat de la superposition des spectres produits par les décharges simples qui la compose.

J'ai obtenu jusqu'ici sept sortes de décharges simples :

1° *La décharge continue,* qui donne sur la pellicule une traînée plus ou moins longue (correspondant à une durée de quelques centièmes de seconde) et qui peut s'obtenir, soit en reliant directement les bornes du secondaire de la bobine aux électrodes du tube spectral, soit en déchargeant un condensateur à travers le tube spectral et une forte résistance à eau montée en série [2].

---

(1) La plus grande vitesse obtenue avec le dispositif employé à été de 130 tours par seconde.

(2) Avec un tube contenant du gaz à la pression de 8^{mm}, un condensateur de 0,005 microfarad, chargé par une bobine donnant 105^{mm} d'étincelle et une colonne d'eau de 1^{cm} de diamètre et 10^{cm} de long, on obtient une décharge continue d'une durée totale de $0^{s},002$.

2° *La décharge oscillante lente*, du même ordre de durée totale que la précédente, mais produisant sur la photographie une traînée présentant des maxima et des minima équidistants successifs avec variation du sens du courant indiquée par l'aspect des électrodes du tube.

On l'obtient dans un gaz à pression relativement forte (de l'azote à 20^{mm} de pression par exemple) en déchargeant le condensateur à travers un circuit comprenant : le tube spectral et une forte self-induction (de l'ordre de 0,003 henry).

3° *La décharge oscillante courte*, d'une durée totale de l'ordre de $\frac{1}{15000}$ de seconde, composée d'environ 4 maxima très intenses, séparés par un intervalle de temps de $\frac{1}{60000}$ de seconde.

Elle se produit lorsque la décharge d'un condensateur se fait à travers le tube spectral, une self-induction et une étincelle jaillissant dans l'air, entre deux boules métalliques présentant l'écartement maxima permettant l'éclatement.

4° *La décharge semi-brusque* présente l'aspect d'une traînée analogue à la décharge continue, mais dont l'allongement sur la pellicule photographique correspond à une durée totale de l'ordre de $\frac{1}{50000}$ de seconde.

Elle se produit avec le même dispositif que la décharge précédente, à partir du moment où la pression devient suffisamment forte dans le tube [1].

5° *La décharge brusque* donne sur la pellicule une image nette, ne présentant, avec la vitesse employée, aucune trace d'allongement. Sa durée totale est donc plus faible que $\frac{1}{300000}$ de seconde.

On l'obtient en déchargeant un condensateur à travers le tube, en ajoutant en série une coupure, dont la longueur est telle que la distance explosive soit à la limite d'éclatement.

6° *La décharge intermittente* est caractérisée par une série d'étincelles instantanées se produisant à des intervalles réguliers de l'ordre de $\frac{1}{10000}$ de seconde. On l'obtient en plaçant en série avec le tube un exploseur capillaire; ce circuit étant relié, soit directement au secondaire d'une bobine, soit aux armatures d'un condensateur d'environ $\frac{1}{1000}$ de microfarad.

7° *La décharge intermittente amortie* présente sur les photographies la même apparence que la décharge oscillante, mais l'aspect du tube spectral indique que le sens du courant reste constamment le même.

Elle se produit, soit par décharge directe de la bobine dans un tube à forte pression (plus grande que 50^{mm}), soit par décharge d'un condensateur, lorsqu'une résistance à eau de 6^{cm} à 7^{cm} de longueur est montée en série sur le tube.

En outre de ces décharges, pour lesquelles je propose la désignation de *décharges simples*, j'en ai observé qui, commençant par affecter la forme d'une décharge simple, se terminent en affectant la forme d'une autre; je les désignerai sous le nom de *décharges mixtes*.

Elles doivent probablement correspondre à des conditions électriques

---

[1] Par exemple, l'acide carbonique donne cette décharge à 5^{mm} de pression et la décharge oscillante courte à 1^{mm}.

limites où une légère variation de résistance du tube change la forme de la décharge.

J'en ai, jusqu'à présent, rencontré trois types :

Premier type. — Il s'obtient en interposant sur le trajet du courant des étincelles très longues, jaillissant dans l'atmosphère entre des boules de cuivre [1].

Cette décharge commence comme la décharge intermittente et se termine comme la décharge intermittente amortie.

Deuxième type. — Il commence par une décharge capillaire amortie et se termine par une décharge lente; il s'obtient comme le précédent lorsque l'étincelle est suffisamment courte.

Troisième type. — Cette décharge commence par un maximum lumineux très court, se continue par une décharge oscillante lente et se termine par l'étincelle instantanée et brillante de la décharge brusque.

Je l'ai obtenue en reliant les électrodes du tube spectral (azote à 21^{mm} de pression) à l'une des armatures de deux condensateurs, dont les autres armatures étaient respectivement reliées aux deux bornes du secondaire de la bobine d'induction ; entre celles-ci jaillissait une étincelle courte ; une self-induction de 0,003 henry était intercalée entre le tube spectral et le condensateur.

Les décharges simples, au point de vue de leurs effets spectraux, peuvent être réunies en trois groupes principaux :

1° *Les décharges lentes*, dont la durée totale est de l'ordre de $\frac{1}{100}$ de seconde;
2° *Les décharges semi-brusques*, d'une durée totale de l'ordre de $\frac{1}{10000}$ de seconde;
3° *Les décharges brusques*, d'une durée totale plus petite que le $\frac{1}{100000}$ de seconde.

Au premier groupe de décharges correspond, dans le capillaire du tube de Plucker : pour l'azote, le spectre de bandes positives complet ; pour le gaz carbonique, le spectre de Swan; pour le gaz produisant le second spectre de l'hydrogène, ce second spectre, très intense, surtout aux pressions élevées.

Au deuxième groupe semble correspondre une température plus élevée de la molécule vibrante; avec ces décharges le groupe de bandes compris entre λ 5000 et λ 7000 disparaît complètement dans le spectre de l'azote ; le spectre de l'oxyde de carbone apparaît dans le gaz carbonique et se substitue au spectre de Swan ; la vapeur d'eau donne son spectre de bandes ; dans un mélange d'azote et de gaz carbonique le spectre dit *du cyanogène* apparaît;

---

(1) Par exemple, avec le gaz produisant le second spectre de l'hydrogène, à $0^{mm},5$ de pression, on l'obtient avec un air breack de 98^{mm}; lorsque cet air breack n'a plus que 6^{mm}, on a le deuxième type de décharge mixte.

enfin, dans le gaz produisant le second spectre de l'hydrogène, ce second spectre disparaît, alors que les bandes du cyanogène prennent une plus grande importance.

Avec les décharges brusques qui constituent le troisième groupe, on n'obtient plus que les spectres de lignes des corps existant dans le tube. Avec ces décharges, les raies de l'hydrogène et de l'hélium sont toujours élargies.

L'ensemble de ces remarques me paraît favorable aux hypothèses qui ramènent la production des spectres à la température de la molécule vibrante et aux effets de dissociation qui correspondent à cette température.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La théorie des solutions et les chaleurs de dissolution.* Note [1] de M. **Albert Colson**, présentée par M. Amagat.

Depuis que Gay-Lussac a rapproché l'état dissous de l'état gazeux, plusieurs savants ont tenté d'exprimer cette idée en assimilant la particule dissoute à la molécule chimique. J'ai dit pourquoi cette assimilation est inadmissible, et j'ai montré que la particule dissoute est généralement polymoléculaire (*Comptes rendus*, t. 153, p. 719). Il conviendrait alors de donner à cette particule un nom distinctif; j'ai déjà proposé celui de *dissolécule*.

A l'appui de l'existence des agglomérations moléculaires qui caractérisent la dissolécule, je me propose de développer ici une considération ébauchée dans la Communication que je viens de rappeler.

Si une dissolécule sans action chimique sur le solvant est identique à la particule gazeuse, le travail nécessaire à sa dissolution doit être sensiblement égal au travail qui provoque sa condensation sous forme liquide. En effet, le corps conservant le même état moléculaire dans toutes ses transformations, la vapeur liquéfiée sous la pression P pénétrera dans le solvant sous cette pression P et sans variation sensible de volume, c'est-à-dire sans travail extérieur appréciable; d'autre part, la constitution moléculaire se conservant, dans ces conditions physiques identiques, l'énergie interne ne variera pas. Dès lors, en partant de l'état gazeux, la chaleur de dissolution A et la chaleur latente de volatilisation L qui mesurent ces effets respectifs doivent très peu différer.

Cette conclusion nécessaire de l'hypothèse de Van 't Hoff étant en défaut

---

[1] Présentée dans la séance du 23 octobre 1911.

pour la plupart des corps organiques, cette hypothèse est par là en désaccord avec le principe de l'équivalence mécanique de la chaleur.

Seuls les composés qui présentent l'anomalie de Cahours, comme l'acide acétique, l'acide formique, etc., répondent à la condition $\Lambda = L$; c'est donc que leur dissolécule se confond avec la molécule. Or celle-ci, aux basses températures où se font les dissolutions, est bimoléculaire d'après les mesures de Cahours. Voici les résultats de l'expérience :

Pour l'acide acétique	$\Lambda - L = 117,6 - 117,2 = 0,4$
Pour l'acide formique	$\Lambda - L = 101,6 - 101,5 = 0,1$

Ces nombres sont ceux de Berthelot qui a fixé avec une grande exactitude les différences 0,4 et 0,1.

Si l'hypothèse de Van 't Hoff ne s'accorde pas avec le principe de l'équivalence, la conception de dissolécules polymoléculaires concorde au contraire parfaitement avec cette condition indispensable à toute considération mécanique (¹). En effet, si, comme je le prétends, la dissolécule des alcools, celle des éthers, celle de l'ammoniaque ou de tous autres composés isotoniques avec l'acide acétique, sont bimoléculaires, la chaleur de dissolution Λ d'une molécule gazeuse comprendra sa chaleur de condensation L, augmentée de la quantité de chaleur λ afférente à la polymérisation de la molécule dissoute. En d'autres termes, on devra avoir

$$\Lambda = L + \lambda.$$

Autrement dit :

La chaleur de dissolution d'un gaz est égale à sa chaleur de condensation augmentée de la chaleur dégagée par la contraction moléculaire qui donne naissance à la dissolécule. Ainsi :

Pour l'alcool C^2H^6O	$\Lambda - L = 2500^{cal}$
Pour l'éther $C^4H^{10}O$	$\Lambda - L = 5900$
Pour l'ammoniaque NH^3	$\Lambda - L = 4000$

L'acide chlorhydrique ne fait pas exception à cette règle, mais le Λ correspondant est relatif à la combinaison de l'eau avec la molécule HCl, qui est la qualité susceptible d'entrer en combinaison. La forme $HCl, 2H^2O$ remplace alors la forme polymère des composés organiques.

(¹) Cette conception a été développée à la Société chimique, et dans mon *Essai sur l'histoire de la Chimie* (Hermann, 1910, p. 67).

Remarque. — Si l'on veut appliquer la théorie cinétique à la dissolécule et comparer la pression osmotique à la pression gazeuse, il faut considérer, dans le même volume et à la même température, un nombre identique N de particules gazeuses ou dissoutes. Alors la comparaison des formules $PV = RT$ et $\varpi V = \rho T$ implique la condition $\rho > R$, soit qu'on admette les observations de Pfeffer, soit qu'on préfère celle de M. Fouard.

Cette inégalité exprime que la tension d'un corps soluble vis-à-vis d'un solvant est supérieure à sa tension gazeuse dans le vide. Cette propriété, conforme aux faits usuels, est frappante dans le cas du sucre, par exemple.

En résumé la conception des dissolécules est d'accord avec le principe de l'équivalence mécanique, et avec les propriétés usuelles des corps qui suppriment la nécessité de l'hypothèse des ions.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les propriétés électriques des métaux alcalins, du rhodium et de l'iridium.* Note de MM. **Broniewski** et **Hackspill**, présentée par M. H. Le Chatelier.

La résistance électrique des métaux alcalins a été décrite dans nos Communications antérieures ([1]). Parmi les autres propriétés électriques de ces métaux, seul le pouvoir thermo-électrique du sodium et du potassium a été étudié, mais toujours sur les métaux du commerce (Naccari et Bellati, 1876; Braun, 1885; Barker, 1907; Bernini, 1908).

Nous avons donc cru utile d'entreprendre l'étude des propriétés thermo-électriques et de la force électromotrice de dissolution des métaux alcalins purs.

Le cæsium, le rubidium et le potassium ont été préparés par la méthode publiée par l'un de nous ([2]) (action du calcium sur les chlorures) et redistillés dans le vide. Le sodium employé étant celui du commerce redistillé dans le vide. Après leur distillation, les métaux alcalins étaient directement introduits, en maintenant le vide ($0^{mm},001$ environ) dans des tubes en verre munis d'électrodes en platine. Les mesures de la force électromotrice ont été faites entre 0, —78° et —183° par rapport au cuivre dont on connaissait exactement le pouvoir thermo-électrique par rapport au plomb.

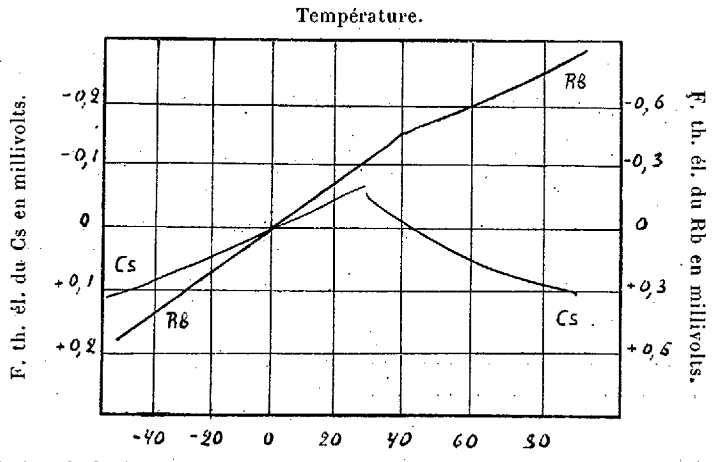
([1]) Guntz et Broniewski, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 1474. — Hackspill, *Comptes rendus*, t. 151, 1910, p. 305.

([2]) Hackspill, *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 106; *Bull. Soc. chim*, 4e série, t. IX, 1911, p. 446.

Nous avons ainsi obtenu, pour le pouvoir thermo-électrique par rapport au plomb, les nombres suivants exprimés en microvolts :

Métal.	Pouvoir thermo-électrique $\frac{dE}{dt}$.
Cs	$+0,66-0,0010\,t$
Rb	$-8,26-0,0302\,t$
K	$-11,33-0,0376\,t$
Na	$-4,16-0,0144\,t$

La variation de la force thermo-électrique du cæsium et du rubidium a été enregistrée photographiquement par un galvanomètre double, modèle Le Chatelier et Broniewski, en utilisant pour l'indication des températures un couple constantan-argent. Les courbes enregistrées sont reproduites sur la figure suivante :



Variation de la force thermo-électrique du Cs et du Rb par rapport au cuivre.

Nous voyons que le point de fusion du rubidium (38°) se manifeste par un point anguleux de la courbe. Celui du cæsium (28°) est marqué par une rupture de la courbe ; ce qui peut s'expliquer en admettant qu'à la température de fusion le métal liquide a un potentiel supérieur de 20 microvolts à celui du métal liquide.

Le pouvoir thermo-électrique du cæsium et du rubidum liquide, déduit des courbes enregistrées et rapporté au plomb, s'exprime par les formules suivantes :

Cs................ $\frac{dE}{dt}=+6,80-0,0334\,(t-28)$

Rb................ $\frac{dE}{dt}=-2,56-0,0600\,(t-38)$

Les mêmes échantillons de métaux alcalins nous ont servi pour l'étude de leur force électromotrice de dissolution.

Les tubes étroits remplis de métaux alcalins, ouverts à un bout et munis d'une électrode de platine à l'autre, étaient plongés dans une dissolution saturée de chlorure d'ammonium contenant une petite quantité du sel du métal étudié. Après quelques minutes d'attaque le métal alcalin se trouvait en contact permanent avec une dissolution très concentrée de son oxyde qui mitigeait la vitesse de la réaction.

Une plaque de charbon dépolarisée par du bioxyde de manganèse servait d'anode. L'erreur provenant de la résistance, assez grande et constamment variable, d'une pile ainsi formée, était rendue moins importante par la mise en série d'un mégohm. Les mesures étaient faites à l'aide d'un galvanomètre sensible.

Les nombres ainsi obtenus indiquent des forces électromotrices peu différentes d'un métal alcalin à l'autre :

Métal	Cs.	Rb.	K.	Na.
Force électromotrice en volts	3,3	3,1	3,2	3,2

Le rhodium et l'iridium provenaient des fonderies de Heraeus et avaient la forme de fils laminés de section rectangulaire. Voici les nombres obtenus pour leurs propriétés électriques :

Température.	Résistance spécifique du rhodium.	Résistance spécifique de l'iridium.
$+100^{\circ}$	6,60	8,31
0	4,70	6,10
— 78,3	3,09	4,28
— 186	0,70	1,92

Pouvoir thermo-électrique par rapport au plomb, de -78° à 100° :

Pour le rhodium	$+2,17+0,0005\,t.$
Pour l'iridium	$+2,44-0,0014\,t.$

Le rhodium paraît subir au-dessus de -80° une transformation moléculaire, analogue à celle du cuivre ([1]), qui abaisse sensiblement sa résistance électrique à la température de l'air liquide au-dessous de la valeur prévue.

([1]) Broniewski, *Journ. de Chim. phys.*, t. V, 1907, p. 57.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le poids atomique des éléments dominants.* Note de M. **G.-D. Hinrichs**, présentée par M. Georges Lemoine.

De chacune des réactions chimiques employées pour la détermination des poids atomiques, on n'a déduit cette valeur que pour un seul élément, tandis que notre méthode, développée antérieurement, nous fournit simultanément la valeur de chacun des éléments de la réaction employée ([1]). Des 340 réactions aujourd'hui comprises dans notre Table générale, nous avons donc déduit plus de mille poids atomiques de précision, au lieu de 340 seulement. Cette abondance de déterminations des constantes fondamentales de la Chimie, nous a permis, après une laborieuse discussion, la classification suivante de ces réactions.

Les valeurs 12, 25 et 50 *millièmes* de l'unité des poids atomiques sont adoptées par nous comme les *limites de précision* des réactions employées.

Dès lors, une première classe comprend les réactions de la plus haute précision, l'écart maximum n'excédant pas 12 millièmes.

Dans une deuxième classe sont 46 réactions pour lesquelles l'écart maximum varie de 13 à 25 millièmes; elles sont encore très bonnes.

Dans une troisième classe sont 68 réactions, les moins précises que nous acceptons, les écarts maxima étant compris de 26 jusqu'à 50 millièmes, notre limite de tolérance adoptée.

Toutes les autres réactions, dont le nombre est 130, forment une quatrième classe et doivent subir un examen critique.

Il faut d'abord examiner si la réaction considérée est *émoussée*, ce cas étant reconnu par une variation très petite donnant nécessairement un écart très élevé ([2]). Dans ce cas, la réaction est généralement assez précise pour les autres éléments pour prendre place dans un supplément de la première classe ([3]).

Si la réaction examinée n'est point émoussée, il faudra la soumettre au

---

([1]) *Comptes rendus*, t. **145**, 1907, p. 715; t. **148**, 1909, p. 1760 (Table générale des résultats); t. **149**, p. 1074. — Voir aussi : *Moniteur scientifique*, t. **29**, novembre 1909. — L'étalon de matière adopté est le diamant, pour lequel on pose $C = 12$ exactement; l'unité de poids atomique est ainsi $\frac{1}{12}$ de cette valeur.

([2]) Voir le cas remarquable du tellure : *Comptes rendus*, t. **148**, 1909, p. 484.

([3]) Exemple la réaction ($SO^4Na : CO^3Na^2$). — La variation pour l'oxygène n'étant que -2, l'écart pour cet élément est nécessairement colossal : -287, ce qui ferait

criterium indiqué plus bas; et si ladite réaction y échappe, il faudra bien la rejeter comme peu applicable à la détermination de poids atomiques; bon nombre de ces réactions sont tombées en désuétude depuis longtemps déjà.

Les éléments dominants. — Dans nos trois classes, il y a 454 écarts appartenant à dix éléments seulement. Leur groupement dans la petite Table que voici, et leur nombre d'écarts suivant leur symbole chimique, justifient la nomenclature employée.

	Nombre des écarts.					Somme		
	Maxima.			Minima.				
						Max.	Min.	Total.
Éléments prédominants	O 112	Cl 81	Ag 89	C 13	Na 15	282	28	310
Éléments subdominants	S 32	Br 36	H 30	Az 32	Ka 14	98	46	144
Somme	144	117	119	45	29	380	74	454
Somme algébrique des écarts	»	»	»	»	»	201	80	282
Valeur moyenne d'un écart	»	»	»	»	»	0,53	1,08	0,62

Pour les autres 50 éléments : 153 écarts; somme algébrique 360; valeur moyenne 2,35. En tout, 60 éléments : 607 écarts, somme algébrique 642, valeur moyenne 1,06.

On voit bien que les dix éléments cités sont vraiment dominants, car ils ont fourni trois fois autant d'écarts que tous les 50 autres éléments. De plus, leur écart moyen est tout à fait négligeable, n'étant qu'une fraction d'un millième de l'unité des poids atomiques. Donc :

Les poids atomiques vrais des éléments dominants sont identiques avec les poids atomiques absolus. C'est-à-dire : le poids atomique de l'argent est 108 exactement, celui du brome est 80 exactement, et ainsi de suite pour tous les dix éléments dominants.

Ce fait établi, nous en faisons un criterium par lequel on peut préciser la valeur vraie des poids atomiques des 50 éléments, pour chacun desquels on ne possède qu'un nombre assez peu considérable de déterminations.

$O = 16,29$; la réaction est donc tout à fait inapplicable pour l'oxygène. Mais, pour les autres éléments (C, S, Na), cette même réaction est très *aiguë* et, par conséquent, donne des écarts assez minimes (-4, 6, -9), pour la placer dans un supplément de la première classe.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'emploi de l'ammoniac liquide dans les réactions chimiques. Recherches sur les alcoolates.* Note de M. **E. Chablay**, présentée par M. A. Haller.

Berthelot (1), Destrem (2) et de Forcrand (3) sont les savants qui se sont le plus occupés de la préparation des alcoolates métalliques, et encore leurs recherches se sont-elles bornées à la préparation des alcalino-terreux dérivés du calcium et du baryum.

Les deux premiers crurent les obtenir en faisant réagir un alcool sur BaO ou CaO anhydres, conformément à l'équation

$$2C^2H^5OH + 2BaO = (C^2H^5O)^2Ba + Ba(OH)^2;$$

Destrem admit que le produit obtenu était un mélange équimoléculaire d'alcoolate et d'oxyde hydraté, mais il n'isola pas le véritable alcoolate.

M. de Forcrand reprit ces réactions et les étudia soigneusement; par l'analyse des produits obtenus et par des considérations thermochimiques, il conclut que l'action des alcools sur les oxydes alcalino-terreux ne donnent pas de véritables alcoolates $(CH^3O)^2Ca$, $(C^2H^5O)^2Ca$, $(C^2H^5O)^2Ba$, etc., mais des combinaisons d'addition telles que $4(C^2H^6O)3CaO$, $4(CH^4O)3BaO$, $4(C^2H^6O)3BaO$, etc. Ce même savant entreprit la préparation de $(C^2H^5O)^2Ca$ en traitant du carbure de calcium pur de Moissan par l'alcool absolu,

$$C^2Ca + 2(C^2H^5OH) = (C^2H^5O)^2Ca + C^2H^2.$$

Cette élégante conception théorique ne lui fournit pas le composé cherché, mais le même produit $4(C^2H^6O)3CaO$, obtenu par la méthode précédente.

Plus récemment Doby (4) remarqua que le calcium métallique, pratiquement inattaquable par l'alcool absolu à froid, s'attaque assez bien avec dégagement d'hydrogène, quand on dirige un courant de AzH^3 sec dans l'alcool

$$2(C^2H^5OH) + Ca = (C^2H^5O)^2Ca + H^2.$$

L'excès d'alcool décanté et évaporé abandonne des cristaux répondant à

---

(1) Berthelot, *Bul. Soc. chim.*, 8e série, 1867.
(2) Destrem, *Ann. Phys. Chim.*, t. XXVII, 1882.
(3) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. 97, 102, 119, 120.
(4) Doby, *Zeit. für anorg. Chem.*, 1903.

la formule $(C^2H^5O)^2Ca + 2C^2H^6O$. L'enlèvement des deux molécules d'alcool, dans le but d'obtenir l'alcoolate vrai $(C^2H^5O)^2Ca$, a fourni une matière poreuse, amorphe qui, d'après l'analyse, semble être le produit cherché, mais en partie détérioré.

Enfin Perkin et Pratt (¹), semblant ignorer le travail de Doby, ont étudié l'action des alcools sur le calcium métallique. Seul C^2H^5OH réagit à l'ébullition et sans le concours de AzH^3 pour donner $(C^2H^5O)^2Ca + 2C^2H^6O$. Les alcools méthylique, propylique, butylique, benzylique n'ont pas donné de résultats.

On voit, d'après ce qui précède, que l'on sait très peu de choses sur les alcoolates autres que ceux des métaux alcalins; à peine peut-on affirmer que l'on ait obtenu l'éthylate $(C^2H^5O)^2Ca$. C'est pourquoi je me suis décidé à chercher une méthode qui permît d'obtenir ces composés, non seulement en variant les alcools, mais aussi les métaux capables de remplacer l'hydrogène fonctionnel.

Principe de la méthode. — On sait que les bases KOH et NaOH réagissent sur la plupart des sels métalliques en solution aqueuse conformément aux lois de Berthollet et au principe du travail maximum :

$$2KOH + (AzO^3)^2Ba = \underbrace{2AzO^3K}_{\text{soluble}} + \underbrace{Ba(OH)^2}_{\text{insoluble}}.$$

J'ai pensé que les alcoolates métalliques, si toutefois ils existaient, devaient être moins solubles que les alcalins correspondants et que dans ce cas une réaction analogue devait se produire entre un alcoolate alcalin et un sel métallique. L'éthylate de baryum, par exemple, se préparerait vraisemblablement d'après l'équation

$$2(C^2H^5ONa) + (AzO^3)^2Ba = \underbrace{2AzO^3Na}_{\text{soluble}} + \underbrace{(C^2H^5O)^2Ba}_{\text{insoluble}}.$$

Ce serait l'application pure et simple des lois de Berthollet à la préparation des alcoolates. Comme on ne peut opérer en présence de l'eau, il fallait trouver un dissolvant qui, non seulement soit sans action sur les corps réagissants, mais qui soit aussi capable de dissoudre le sel alcalin résultant de la double décomposition. L'emploi de l'AzH^3 liquide réalise parfaitement ces conditions.

Je citerai également une deuxième méthode qui m'a permis de préparer des alcoolates alcalino-terreux et qui n'est qu'une extension du procédé que j'ai donné autrefois pour préparer les alcoolates alcalins (²).

Un alcool dissout dans AzH^3 liquide décolore immédiatement une solution bleue de

(¹) Perkin et Pratt, *Journ. of the chem. Soc.*, 1909.

(²) E. Chablay, *Comptes rendus*, t. **140**, p. 1343.

sodammonium ou de potassammonium d'après la réaction

$$ROH + AzH^3Na = RONa + AzH^3 + H.$$

De même un alcool dissout dans AzH^3 liquide décolore immédiatement une solution bleue de calcium-ammonium

$$2(ROH) + (AzH^3)^4Ca = (RO)^2Ca + 4AzH^3 + H^2.$$

Ce fait est d'autant plus remarquable que le calcium n'agit pas sur les alcools; l'emploi du calcium-ammonium, qui les attaque très vivement à — 50°, permet alors de préparer les méthylate, propylate, butylate que Perkin et Pratt n'ont pu obtenir.

Grâce à l'obligeance de M. Guntz, qui a bien voulu me fournir du baryum et du strontium purs, j'ai pu faire réagir le baryum-ammonium et le strontium-ammonium sur quelques alcools; ces composés agissent comme le calcium-ammonium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les oxy-β-méthylthiophènes.* Note de M. Maurice Lanfry, présentée par M. A. Haller.

L'action de l'eau oxygénée sur le β-méthylthiophène est entièrement comparable à celle qu'elle exerce sur le thiophène [1], et les produits de la réaction, le *dioxy-* et le *tétroxy-β-méthylthiophènes*, sont les homologues supérieurs des dioxy- et tétroxythiophènes.

Le méthylthiophène employé a été préparé par distillation sèche du mélange de pyrotartrate de sodium et de trisulfure de phosphore. Il était traité à l'ébullition, en solution acétique à 2 pour 100, par de l'eau oxygénée à 15 volumes.

I. Pour obtenir le dérivé dioxygéné, il convient de faire agir $1^g,4$ (1000^{cm^3}) d'oxygène actif par gramme de composé thiophénique; pour préparer le tétraoxygéné, il faut porter cette quantité d'oxygène à $2^g,5$ (1808^{cm^3}). Dans l'un et l'autre cas, la réaction est très rapide, et il faut se hâter de distiller pour soustraire les produits d'oxydation à l'action ultérieure de l'eau oxygénée, qui les détruit avec formation de SO^4H^2 et d'une matière résineuse assez riche en soufre. On n'évite d'ailleurs jamais complètement cet inconvénient. Le rendement, dans les meilleures conditions, est le même pour les deux termes d'oxydation, 70 à 75 pour 100 du poids de méthylthiophène.

---

(1) *Comptes rendus*, t. 153, p. 73.

Le produit distillé est un liquide dense qu'on sépare par décantation de l'eau acétique entraînée, pour le sécher sur $CaCl^2$ et le fractionner sur du sodium. On isole ainsi deux composés auxquels l'analyse et la cryoscopie dans le benzène assignent la composition suivante : $C^4H^3S.O^2-CH^3$ et $C^4H^3S.O^4-CH^3$.

Ce sont des liquides d'odeur agréable, incolores quand ils sont fraîchement distillés, mais jaunissant à la lumière. Le dérivé dioxygéné distille sous 760^{mm} à 168°-170°; le tétraoxygéné à 187°-189°. Ils sont encore liquides à − 20°. Leur densité à + 13° est 1,25 pour le dioxy et 1,37 pour le tétroxy. Ils sont l'un et l'autre insolubles dans l'eau, solubles à froid dans tous les solvants organiques usuels.

De même que pour le thiophène, l'addition d'oxygène à la molécule du thiotolène ne lui confère aucune aptitude réactionnelle nouvelle. *L'oxygène est fixé sur le soufre*, comme le prouve d'ailleurs l'obtention d'un dérivé perbromé d'addition.

Ces dérivés oxygénés donnent encore avec l'isatine sulfurique des solutions d'un vert très intense, virant au bleu par un peu d'eau et décolorées par un excès d'eau. La phénanthrène-quinone ne donne aucune coloration caractéristique.

Les oxyméthylthiophènes sont insolubles dans les alcalis caustiques qui ne les altèrent pas, même à l'ébullition. Ils sont faiblement solubles dans l'acide sulfurique à 66° B. froid, qu'ils colorent en orangé. L'acide chaud les décompose et les résinifie. L'acide fumant à 10 pour 100 de SO^3 agit de même à froid.

L'acide nitrique à 36° B. est sans action à froid. A 100° il attaque rapidement les oxythiotolènes, les détruit en partie en formant de l'acide sulfurique, pendant qu'une autre partie, si l'oxydation n'est pas trop prolongée, est transformée en dérivé nitré. Même étendu de la moitié de son volume d'eau, l'acide à 36° B. exerce encore son action oxydante destructive.

La réaction avec NO^3H fumant à la température ordinaire est presque explosive ; mais à 0° elle se calme et il ne se forme plus trace d'acide sulfurique. La solution nitrique se trouble par l'eau et l'on en extrait, par la benzine, le *dérivé nitré* qui, lavé au carbonate de soude et à l'eau, se présente sous forme d'un produit orangé, semi-liquide, ne se concrétant pas à — 20°, émettant des vapeurs piquantes, et décomposable par la chaleur. Il est un peu soluble dans l'eau, soluble dans les alcalis, et ses solutions, jaunes ou oranges, sont encore colorées pour une très grande dilution. Il teint la peau en orangé. Ces propriétés indiquent un dérivé polynitré. Je n'ai pu disposer d'assez de matière pour l'analyser.

L'action du brome a été étudiée sur le tétroxyméthylthiophène.

Ce composé, soumis à froid à l'action prolongée d'un excès de brome, a fourni après

lavage à la potasse diluée et dessiccation, un liquide jaune limpide, assez mobile, dont les vapeurs sont extrêmement piquantes pour les yeux. Refroidi vers —20° il se prend en masse cristalline jaune pâle qui, réchauffée lentement, fond à —8°. Il reste habituellement en surfusion jusque vers —15°. Il ne distille pas sans décomposition sous la pression atmosphérique. Il est soluble à froid dans la benzine, l'éther sulfurique et l'éther de pétrole, peu soluble dans l'acide acétique et très peu dans l'alcool. Il colore en rouge l'acide sulfurique et ne donne rien de plus par l'addition d'isatine.

Le dosage du brome a fourni exactement le chiffre exigé par le dérivé d'addition perbromé à froid, $C^4Br^3(Br^4)S.O^4 - CH^3$: c'est donc le *tétrabromure de tribromotétroxy-β-méthylthiophène*, homologue supérieur du tétrabromure de tétrabromotétroxythiophène.

II. Si l'on fait agir l'eau oxygénée sur le β-thiotolène en proportion telle qu'il y ait moins de $0^g,7$ d'oxygène actif (500^{cm^3}) par gramme de carbure thiophénique, on n'obtient plus, ou très peu, d'oxythiotolènes. Il se forme, comme pour le thiophène, un précipité brun léger, incristallisable, soluble dans les alcalis caustiques, d'où les acides forts le précipitent. Il est pratiquement insoluble dans les solvants organiques usuels, sauf l'acétone. Sa richesse en soufre varie avec la durée de l'oxydation.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Sur le mode d'amorçage des explosifs.* Note de MM. **Taffanel** et **Dautriche**, présentée par M. Vieille.

Dans l'amorçage normal d'un coup de mine, l'amorce fulminante est enfoncée dans la dernière cartouche, du côté de l'orifice du trou. Le sens de la propagation est alors le même dans la file de cartouches et dans la partie principale de la cartouche-amorce. Nous dirons que cet amorçage est *direct*.

Mais dans un certain nombre d'exploitations la cartouche-amorce est retournée et les fils sont repliés le long de la cartouche pour empêcher la sortie accidentelle de l'amorce lors de l'introduction dans le trou de mine. La détonation se propage en sens contraire dans la file de cartouches et dans la partie principale de la cartouche-amorce. Nous dirons que cet amorçage est *inverse*.

Enfin dans d'autres exploitations la cartouche-amorce est disposée au milieu de la charge dont une partie est amorcée directement et l'autre inversement. Nous dirons que c'est un amorçage *mixte*.

Ces divers modes d'amorçage sont loin d'avoir la même efficacité et les essais accusent des différences très importantes lorsqu'on expérimente les explosifs relativement peu sensibles employés dans les mines grisouteuses.

Nos essais ont porté sur trois explosifs à base de nitrate d'ammoniaque : la grisoutine-roche à 30 pour 100 de nitroglycérine, la grisoulite-roche à 8,5 pour 100 de binitronaphtaline et la grisoulite-couche salpêtrée à 5 pour 100 de trinitronaphtaline et 5 pour 100 de salpêtre. On a également éprouvé une carbite d'Ablon contenant les mêmes proportions de nitroglycérine, farine et nitrate de potasse que la kohlencarbonite allemande.

Deux cartouches étant disposées en file sur une feuille de plomb, on amorce avec un détonateur électrique, force 2 grammes, enfoncé de sa longueur dans la première cartouche, et l'on observe les distances auxquelles la détonation se transmet à la deuxième cartouche (D) ou ne se transmet pas (N). Pour la grisoutine et la carbite ces distances peuvent varier notablement avec la saison, mais on a pris soin d'effectuer les essais de comparaison dans une même journée ou pendant deux journées successives. Le Tableau suivant résume les résultats que nous ont donnés les échantillons essayés en septembre dernier (t voisin de 25°) :

	Amorçage direct.		Amorçage inverse.	
	D.	N.	D.	N.
	cm	cm	cm	cm
Grisoutine 30 pour 100, cartouches de 50g........	30	40	10	20
Grisoulite-roche, cartouches de 100g.............	5	8	»	1
Grisoulite-couche salpêtrée, cartouches de 100g...	5	8	1	2
Carbite, cartouches de 100g.....................	12	16	1	2
Id Octobre, $t = 14°$........................	»	8	»	0,5

L'amorçage direct est donc notablement supérieur aux autres et toutes choses égales d'ailleurs (intervalle, matières étrangères interposées, humidité de la deuxième cartouche, etc.) permettra d'obtenir plus facilement la détonation de la deuxième cartouche et par suite celle de la charge. Outre les inconvénients ordinaires des culots, il permet de restreindre la probabilité de décomposition fusante des explosifs au nitrate d'ammoniaque tirés dans la couche de charbon.

Les différences précédentes disparaissent lorsque, au lieu de n'enfoncer l'amorce que de sa longueur, on l'enfonce jusqu'au milieu de la cartouche-amorce ; les distances de propagation sont alors les mêmes dans les deux sens. Ce qui importe ici, ce n'est pas le sens de la propagation dans l'amorce fulminante, mais celui de la détonation dans la portion principale de la cartouche-amorce.

Nous avons d'autre part mesuré la vitesse des ondes de choc émises à l'avant et à l'arrière d'une cartouche de carbite, amorcée comme ci-dessus

avec un détonateur dit de 2 grammes. On a utilisé un mode opératoire déjà décrit (*Comptes rendus*, t. 144, p. 1030) et basé sur l'emploi d'un cordeau détonant de vitesse connue. Les résultats obtenus permettent de tracer à chaque instant la surface de l'onde explosive dans la cartouche et des ondes de choc émises dans son voisinage. On constate que les vitesses de propagation de ces dernières ondes sont notablement plus élevées à l'avant (extrémité opposée à l'amorce) qu'à l'arrière (côté de l'amorce). Ces résultats concordent avec ceux des essais de transmission. A l'avant la vitesse et, par suite, l'intensité de l'onde sont plus élevées qu'à l'arrière et la distance de transmission est également supérieure.

D'autre part, si l'on emploie comparativement, pour recevoir les ondes et transmettre la détonation aux cordeaux mesureurs, des détonateurs ordinaires au fulminate et des détonateurs à fond percé laissant le fulminate à nu, on constate un retard progressif des premiers sur les derniers, à mesure qu'on s'éloigne de la cartouche. Si l'on admet que les détonateurs à fond fermé ne sont sensibles qu'à des pressions ou discontinuités plus élevées que ceux à fond percé, on dispose ainsi, pour la recherche des lois de variation des pressions au voisinage de la cartouche, d'une méthode que nous nous proposons d'étudier et d'utiliser.

BOTANIQUE. — *De l'action exercée sur la végétation par une obscurité plus complète que l'obscurité courante des laboratoires.* Note de M. JEAN FRIEDEL, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait, en particulier, d'après les recherches de M. Lubimenko sur la formation de la chlorophylle, que de très faibles quantités de lumière peuvent avoir une action considérable sur divers phénomènes de la vie de la plante. Or, dans la plupart des travaux physiologiques où il est question d'obscurité, cette obscurité n'est pas définie d'une manière rigoureuse. On se sert habituellement soit de cloches de verre recouvertes de papier noir, soit de salles obscures; les obscurités réalisées par les divers expérimentateurs ne sont pas rigoureusement absolues et, par conséquent, ne sont pas comparables entre elles.

J'ai constaté que, dans les obscurités ordinaires, même les meilleures, il y a toujours un peu de lumière blanche qui pénètre. Pour définir pratiquement une *obscurité absolue*, il n'est donc pas nécessaire de s'occuper des

diverses sortes de radiations; il suffit d'obtenir des conditions telles qu'un papier photographique très sensible ne soit pas impressionné.

J'ai pu réaliser l'obscurité absolue d'une manière très commode pour l'expérimentation au moyen de boîtes rectangulaires en zinc ayant 30^{cm} de haut et, pour base, un carré de 20^{cm} environ de côté. Ces boîtes, munies d'une quadruple paroi, laissent passer l'air qui entre par-dessous, sans que la lumière puisse pénétrer. Un papier Lumière au chlorure d'argent, aussi sensible qu'une plaque photographique ordinaire, peut rester indéfiniment à l'intérieur d'une de ces boîtes sans être impressionné, quel que puisse être l'éclairement extérieur de la boîte. Deux papiers semblables, laissés trois jours dans la salle obscure du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, l'un sur une table au milieu de la salle obscure, l'autre sous un voile noir épais, ont été nettement impressionnés. Le papier mis dans une boîte à quadruple paroi qui a été laissée à l'air libre, abandonnée en plein soleil chaque jour pendant plusieurs heures, n'a pas été impressionné.

Je citerai très brièvement quelques résultats obtenus :

J'ai constaté que les traces de lumière révélées au moyen du papier sensible sont absolument sans effet sur la formation d'anthocyane dans les germinations de Chou rouge, de Ricin, d'Arroche; dans les boutures d'*Achyrantes*. A toutes les obscurités, comme à la lumière, ces plantes, en se développant, présentent une teinte rose très nette qui fonce pour devenir rouge à la lumière et qui pâlit, au contraire, légèrement si la plante reste quelques jours à l'obscurité.

Par contre, l'obscurité absolue a une action manifeste sur la morphologie de la plupart des plantes; elle exagère les caractères d'étiolement. Chez des germinations de Lentille, par exemple, les feuilles sont plus petites que dans l'obscurité ordinaire obtenue au moyen d'écrans noircis, les entrenœuds moins nombreux, la tige moins anguleuse. Ces différences s'observent encore mais très atténuées, si l'on compare l'obscurité absolue avec une obscurité incomplète très intense dans laquelle le papier sensible est impressionné faiblement au bout d'une dizaine de jours.

En faisant germer comparativement des bulbes d'Oignon, dans ces boîtes à quadruple paroi et dans un tiroir obscur où des germinations de Lentille ne verdissent pas, mais présentent un léger phototropisme, j'ai constaté que les feuilles d'Oignon sont absolument dépourvues de chlorophylle dans l'obscurité absolue, tandis qu'elles verdissent nettement dans une obscurité suffisante pour empêcher la plupart des plantes de verdir. On a ainsi une explication du très curieux résultat obtenu par M. Flahault (*Ann. Sc. nat. : Bot.*, t. IX, p. 176-177), dans son expérience sur le verdissement des feuilles d'Oignon à l'obscurité.

BOTANIQUE. — *Sur les variations des* Solanum *tubérifères.* Note de M. **Pierre Berthault**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré dans une Note précédente (¹) que tous les *Solanum* tubérifères dont la nature spontanée paraît bien établie sont nettement différents des variétés cultivées de la Pomme de terre, notamment par les caractères de la fleur.

Après avoir suivi en culture un certain nombre de ces espèces sauvages de *Solanum*, et de très nombreuses variétés cultivées de la Pomme de terre, et après avoir tenté d'ébranler ces espèces par les procédés horticoles préconisés par divers auteurs (²), j'ai indiqué dans un travail antérieur (³) que je n'avais pu observer que des variations très limitées n'atteignant jamais les caractères d'espèce, et qu'en aucun cas je n'avais pu constater le passage d'une espèce à une autre, du *S. Commersonii Dun.*, ou de *S. Maglia* Schl. au *S. tuberosum* L.

Les faits constatés au cours de mes cultures de cette année vérifient et confirment mes expériences précédentes :

1° *En ce qui concerne les diverses espèces sauvages* (*S. Commersonii, Maglia, utile, verrucosum, Edinense*), les caractères essentiels se sont maintenus fixes, aussi bien dans la multiplication gemmaire que dans les semis, toutes les fois que ceux-ci ont pu être réalisés.

Une seule variation nette, mais portant seulement sur le feuillage, devenu gaufré, alors qu'il est normalement lisse, avait été obtenue à Grignon en 1909 sur le *S. Commersonii*. Trois tubercules, récoltés à la base du pied muté, ont donné, en 1910, trois individus à feuilles frisées, dont j'ai récolté cinq tubercules. Ceux-ci, plantés en 1911, donnèrent à la levée des *Commersonii* dont les premières feuilles étaient frisées, mais les feuilles formées au cours de cet été ont repris la forme normale lisse et les cinq pieds ont fait retour au type normal *Commersonii*. Cette variation n'a donc pas été durable; elle ne portait au surplus que sur des caractères secondaires. Par sa fleur, son port général, ses tubercules, ses stolons, la plante frisée restait bien un *Commersonii*. Ainsi donc la variation, qui n'avait atteint que le feuillage, n'a pu être observée que deux années seulement, puis le retour au type a eu lieu, en même temps, sur les cinq individus modifiés.

(¹) *Comptes rendus,* 3 janvier 1910.

(²) Heckel, *Comptes rendus,* 15 novembre 1909; 14 août 1911. — Labergerie, *Bull. Soc. nat. d'Agriculture, Comptes rendus*, 1904-1909.

(³) Thèse de Doctorat, 1911, et *Ann. de la Sc. agronomique*, 1911.

2° *En ce qui concerne les nombreuses variétés cultivées de la Pomme de terre*, que je rattache toutes à une seule espèce, le *S. tuberosum* L., j'ai indiqué après bien des auteurs (Darwin, Carrière, etc.) que les variations qu'on peut signaler sont nombreuses, mais là non plus, aucune d'elles n'intéresse les caractères vraiment spécifiques.

Ces variations peuvent être observées soit dans les cultures de Pomme de terre multipliées par tubercules (ce sont alors des variations par bourgeons), soit à la suite de semis de graines, et il convient de distinguer ces deux cas :

a. Variations par bourgeons. — Diverses variétés (Géante bleue, Hollande, Bretonne, Richter's Imperator, Chardon, Merveille d'Amérique) ont donné souvent, à côté de leurs tubercules normaux, des Pommes de terre de coloration différente. De nouvelles variétés ont pu être ainsi fixées à partir de ces mutations. Mais, on le sait, ces variations sont en général peu importantes; elles sont plus ou moins héréditaires et de cause et de mécanisme mal connus. Celles que j'ai observées ont donné des plantes qui, tout en différant par certains caractères (forme et coloration du tubercule, coloration de la corolle) de la variété dont elles étaient issues, restaient nettement des *S. tuberosum*. On assiste donc dans ce cas à la production de variétés nouvelles au sein de l'espèce *S. tuberosum*, mais on ne réalise pas le passage d'une espèce à une autre.

b. Variations par graines. — C'est en semant des graines de Pommes de terre que les horticulteurs obtiennent communément des variétés nouvelles, et il est généralement admis que par semis on ne reproduit pas les variétés, fixées seulement au moyen de la multiplication par tubercules.

J'ai montré que, dans ce cas encore, les variations n'atteignaient jamais les caractères spécifiques (caractères floraux) et que toutes les plantes nouvelles obtenues ont une fleur semblable à celles de Pommes de terre déjà connues.

Mes semis de graines de diverses variétés du *S. tuberosum* (Richter, Reine des Polders, Blanchard, Floorball) me permettent, en outre, de constater maintenant que les variations obtenues à la suite de semis paraissent dues surtout à la disjonction de caractères hybrides. Pour toutes les variétés que j'ai suivies jusqu'ici, j'ai toujours obtenu, en effet, tantôt des plantes semblables à la variété mère, tantôt des plantes en différant; mais dans ce cas, les individus nouveaux ne possèdent que des combinaisons nouvelles de caractères déjà connus chez d'anciennes variétés de la Pomme de terre ; aucun caractère nouveau n'apparaît. Ces faits semblent indiquer que nos variétés de Pommes de terre sont pour la plupart des hybrides maintenus fixes seulement par la reproduction gemmaire, et se dissociant dans leur descendance par graines.

Il convient donc de suivre en culture « pedigree » les générations successives de ces Pommes de terre, afin d'isoler les individus purs et de les fixer. Il deviendrait ainsi possible de reproduire par graines, sans variations, les Pommes de terre que nous possédons et qu'une trop longue multiplication asexuée a pu faire dégénérer. Les vieilles variétés pourraient acquérir ainsi une vitalité nouvelle.

En résumé, à côté des applications économiques qu'ils peuvent comporter, les résultats que je viens d'indiquer me conduisent aux conclusions suivantes :

1° *Les variations par bourgeons* que j'ai observées chez les *Solanum* tubérifères sauvages et le *S. tuberosum* ne peuvent être prises en considération que pour expliquer la formation des variétés au sein des espèces.

Rien, dans mes essais, n'établit donc ni ne vérifie ce que divers auteurs ont annoncé : à savoir, le passage du *S. Commersonii* ou du *S. Maglia* au *S. tuberosum*, et la convergence absolue de ces trois espèces en des formes semblables.

2° *Les variations par graines*, constatées dans les semis du *S. tuberosum*, ne m'ont jamais donné d'individus à caractères nouveaux. Elles ont produit seulement des plantes chez lesquelles des caractères *existant déjà* chez d'autres variétés du *S. tuberosum* se trouvent en combinaisons différentes. Ces variations pourraient donc s'expliquer par la nature hybride des variétés agricoles de la Pomme de terre, et ne pas provenir de mutations.

L'étude en culture « pedigree » des lignées pures que j'ai isolées doit apporter sur ce point les précisions nécessaires.

BOTANIQUE. — *Action des diverses radiations lumineuses sur le mouvement des zoospores de* Chlamydomonas. Note (¹) de M. **P. Desroche**, présentée par M. Gaston Bonnier.

En soumettant aux diverses radiations d'un spectre solaire des algues du genre *Chlamydomonas*, j'ai pu mettre en évidence un certain nombre de faits.

Je réalise un spectre pur par le procédé ordinaire (héliostat, fente réglable, lentille et prisme). Chaque expérience pouvant se prolonger pendant toute une journée, tous les appareils sont soigneusement réglés et assujettis, de façon à donner un spectre parfaitement fixe. Il est reçu sur une lame de verre portant une échelle divisée, et gradué en longueurs d'onde.

Sur la lame de verre je dépose, dans l'étendue du spectre visible, une série de très petites gouttes de liquide nutritif chargé d'algues. Toutes ces gouttes proviennent d'une même prise faite à la pipette dans une culture pure, et sont par suite aussi comparables que possible entre elles. Elles sont protégées contre l'évaporation par un dis-

(¹) Présentée dans la séance du 23 octobre 1911.

positif déjà décrit dans une Note précédente [1]. Une simple lecture sur l'échelle divisée me donne la longueur d'onde moyenne des radiations qu'elles reçoivent. Enfin, chacune d'elles est observée au microscope dans le groupe même de radiations auxquelles elle est soumise, sans être à aucun moment déplacée.

Les algues que renferment les gouttes de liquide sont au début de chaque expérience à l'état de zoosporanges, c'est-à-dire immobiles. Des observations suffisamment rapprochées me permettent de déterminer le moment où, dans chaque goutte, commence le mouvement, et d'observer le pourcentage d'algues mobiles. En portant en abscisses les divisions de l'échelle et en ordonnées les pourcentages pour chaque goutte à un moment donné, j'obtiens une série de graphiques qui traduisent l'influence de chaque radiation sur le mouvement des zoospores.

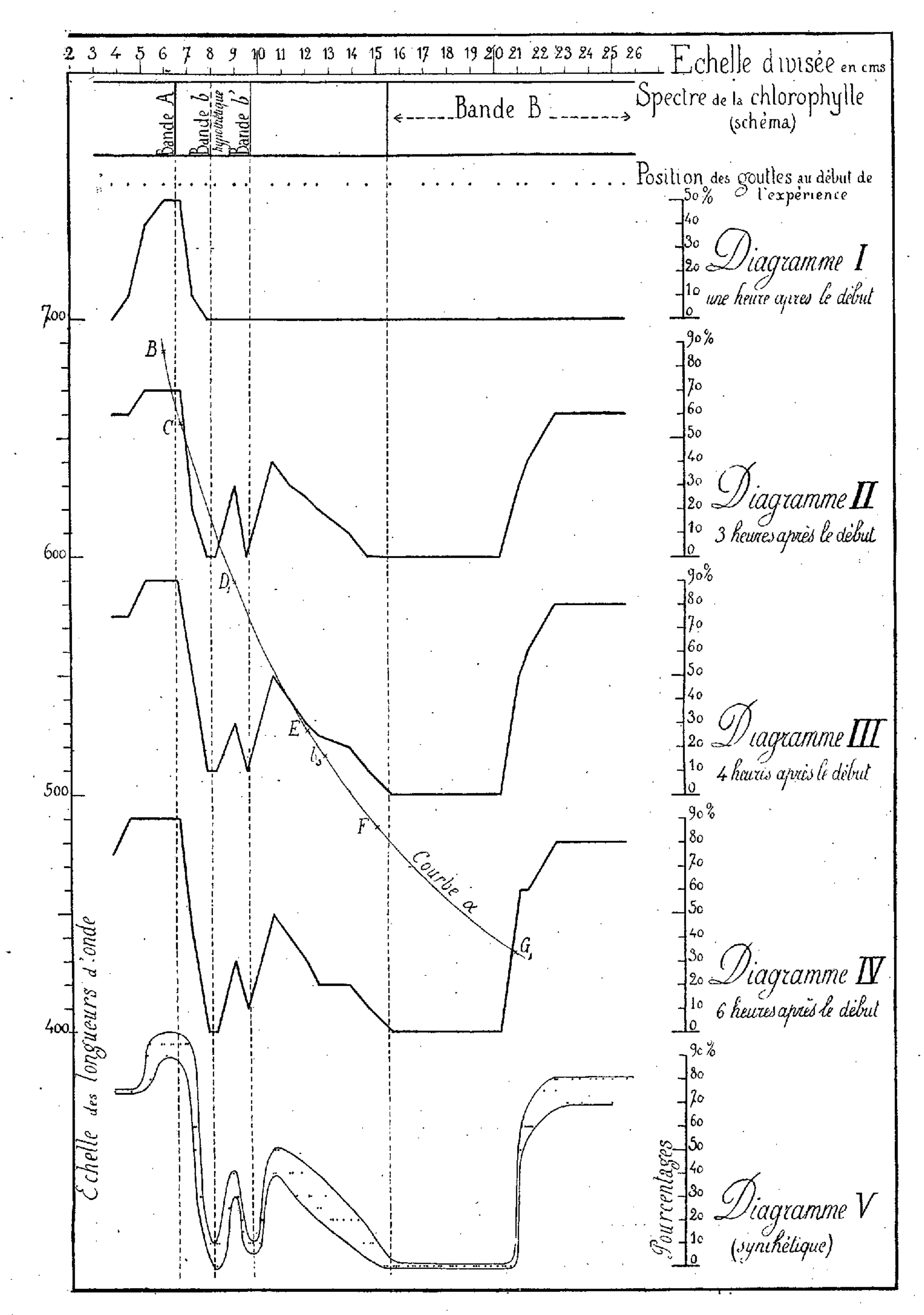
Je donne ci-contre les graphiques obtenus dans une série d'expériences effectuées avec une forte intensité lumineuse [fente de $0^{cm},3$ de largeur, placée à 100^{cm} de la lentille qui a 50^{cm} de distance focale; ces données et l'étalement du spectre qui est connu par sa courbe de dispersion (courbe α de la figure) suffisent à définir l'intensité, sauf absorption de la lumière à travers les milieux réfringents]. Ces graphiques montrent tous l'existence de trois minima, deux minima secondaires correspondant aux radiations $\lambda = 615$ et $\lambda = 575$ environ, et un large plateau minimum, rigoureusement nul, débutant au voisinage de la raie F ($\lambda = 486$), pour se terminer au voisinage de la raie G ($\lambda = 434$). J'ai fait 14 séries d'expériences; dans toutes, les graphiques présentent les mêmes caractères; mais les minima sont d'autant moins accusés que l'intensité lumineuse est plus faible, les différences d'action des diverses radiations s'atténuant rapidement lorsque l'intensité lumineuse diminue.

En rassemblant sur un même graphique tous les points obtenus dans les séries d'expériences faites avec une même intensité lumineuse, au bout de quatre heures d'exposition, je trouve que ces points se répartissent dans la zone représentée par le cinquième diagramme de la figure. L'existence des trois minima et leur position se trouvent ainsi parfaitement nettes.

Or, en étudiant le spectre de la chlorophylle des *Chlamydomonas*, je constate l'existence d'une première bande d'absorption intense A, dont le milieu correspond à $\lambda = 660$, et d'une deuxième bande B, également très intense, débutant au voisinage de $\lambda = 480$ et s'étendant sur toutes les radiations plus réfrangibles; enfin, si l'on tamise la lumière par une couche suffisamment épaisse de chlorophylle, une bande très pâle *b'* apparaît au

---

(1) DESROCHE, *Sur le phototropisme des zoospores de* Chlamydomonas (*Comptes rendus*, 27 mars 1911).



Diagrammes indiquant l'influence des diverses-radiations du spectre solaire sur le mouvement des zoospores de *Chlamydomonas*. Les diagrammes I, II, III et IV donnent les résultats bruts de l'observation après différentes durées d'exposition. Le diagramme V est obtenu en rassemblant sur un même graphique les points obtenus dans quatre séries d'expériences semblables, après quatre heures d'exposition.

voisinage de la radiation $\lambda = 570$. Ces trois bandes correspondent précisément : A au maximum de mouvement qui se manifeste dans le rouge, B au minimum qui se manifeste à partir du bleu (je néglige pour l'instant la recrudescence de mouvement qui se produit à partir de la raie G), la troisième b' au deuxième minimum de mes graphiques. Remarquant, d'autre part, que les spectres connus de chlorophylles présentent, outre ces trois mêmes bandes, une quatrième bande très pâle b, située au voisinage de la radiation $\lambda = 615$, je suis conduit à penser que la chlorophylle de mes algues possède également cette bande [1], et qu'elle correspond au premier minimum des graphiques. Un certain nombre de faits, dont l'exposé sortirait du cadre de cette Note, confirme cette hypothèse.

Quant à la recrudescence de mouvement que j'observe à partir de la raie G, elle est due à une particularité du prisme que j'employais ; ce prisme possède un pouvoir absorbant notable pour les radiations de longueur d'onde inférieure à celle de G. Par suite de cette circonstance, dont je ne m'étais pas aperçu tout d'abord, les algues qui se trouvent dans la région violette du spectre reçoivent une quantité d'énergie lumineuse très faible ou même nulle ; j'ai dit tout à l'heure la nécessité d'employer de fortes intensités lumineuses pour avoir des résultats nets. Des expériences accessoires, analogues à celles que je viens d'exposer, mais effectuées en employant un autre prisme, m'ont permis de constater que toutes les radiations de longueur d'onde inférieure à 480 fixent rapidement les zoospores, ou empêchent le mouvement des algues primitivement immobiles.

En résumé, les quatre séries A, b, b', B de radiations absorbées par la chlorophylle des *Chlamydomonas* se séparent nettement en deux groupes au point de vue de leur action sur ces algues :

1° Le groupe des radiations A paraît exciter le mouvement ;

2° Les trois autres groupes b, b', B tendent à l'empêcher, le groupe B se montrant d'ailleurs, dans cette action inhibitrice, beaucoup plus énergique que les deux premiers.

BIOLOGIE. — *Leucogenèse et épithélium intestinal.* Note de MM. **A. Marie** et **A. Donnadieu**, transmise par M. Edmond Perrier.

Dans un travail publié en 1907, nous avions été conduits à admettre que la leucogenèse devait être considérée comme d'origine digestive. Le

---

(1) J'ai cherché sans succès à apercevoir cette quatrième bande. Il est pratiquement impossible d'avoir une grande quantité de chlorophylle de *Chlamydomonas* : je n'ai pu en mettre sur le trajet de la lumière une épaisseur suffisante pour la faire apparaître.

professeur Metchnikoff, dans sa Conférence pour le prix Nobel en 1909, n'a fait qu'encourager nos convictions. A son avis : « les éléments de l'organisme de l'homme et des animaux doués de mouvements propres et capables d'englober des corps étrangers ne sont autre chose que des restes d'un système digestif des êtres primitifs ». Nous avons cherché à nous expliquer les raisons des propriétés digestives des globules blancs et nous avons été amenés à conclure que le leucocyte phagocyte en raison de son origine intestinale et qu'il doit être considéré comme une élaboration des cellules de l'épithélium intestinal. « Tout prouve, disait déjà Küss en 1846, que la cellule épithéliale de l'intestin jouit de la propriété métabolique, c'est-à-dire qu'elle fait subir aux substances dont elle s'imbibe des transformations assez importantes pour en faire des matières nouvelles. » En effet, tous les produits de la digestion sont toxiques, sauf le glycose (Chauveau) et le processus si complexe de la peptonisation n'est cependant qu'une œuvre vaine. La digestion apparaît en définitive comme aboutissant simplement à une désintégration profonde du protoplasma, dont les éléments constitutifs libérés de leur groupement baignent l'épithélium intestinal, tout comme les sucs terrestres, riches en principes minéraux, baignent les radicelles des plantes.

A ce processus d'analyse succède un processus de reconstitution moléculaire à marche ascendante, véritable *synthèse vitale* sous la dépendance de l'épithélium intestinal qui associe en proportions définies les substances qui constituent le protoplasma spécifique et en même temps individuel, lequel pénètre ensuite dans l'organisme par la voie lymphatique, sous la forme plasmodiale représentée par le globule blanc, tandis que le substratum énergétique, le glycose, pénètre par la voie sanguine. La plupart des coupes microscopiques étudiées par les auteurs sont faites soit sur l'intestin prélevé sur des cadavres, soit chez des animaux le plus souvent à jeun; mais, si l'on fait des prélèvements sur l'intestin d'animaux sacrifiés en pleine digestion, on observe que la muqueuse est littéralement bourrée de plasmodes qui passent dans le lymphatique central de la villosité et de là dans les divers groupes ganglionnaires. Ces plasmodes sont chargés de granulations graisseuses, se colorant en noir par l'acide osmique, ce qui a permis de les considérer, bien à tort, comme constituant exclusivement des globules graisseux. Or il résulte des travaux publiés par Miescher, Léo Ziebermann et Mansfeld, que les graisses sont fixées par les albuminoïdes qui leur servent de vecteur.

Les conclusions de nos recherches sont donc les suivantes :

1° La leucogenèse doit être placée sous la dépendance de l'épithélium intestinal, c'est parce que le leucocyte est d'origine intestinale qu'il « digère ». L'épithélium intestinal fait la synthèse du protoplasma spécifique et individuel qui pénètre dans l'organisme sous la forme d'un plasmode désigné sous le nom de *leucocite*.

2° Les albuminoïdes étant les fixateurs des graisses, le plasmode leucocytaire, dont le protoplasma est très fortement chargé de granulations graisseuses, prend sous l'action de l'acide osmique la coloration noire caractéristique des substances grasses.

3° Nous vieillissons par le ventre, a dit M. Metchnikoff, et c'est parce que la synthèse protoplasmique qui s'effectue au niveau de l'épithélium des voies digestives se fait dans de mauvaises conditions que nos cellules se défendent mal contre les actions pathogènes, que nous vieillissons vite et que nous mourons prématurément.

TÉRATOLOGIE. — *Xiphopages humains*. Note (¹) de M. A. **Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous allons donner la description d'un monstre double, dont l'étude anatomique nous a révélé des particularités intéressantes.

Ce monstre était formé de deux fœtus normalement constitués extérieurement, mais réunis par la face ventrale sur une très grande longueur. La soudure commençait à 5^{cm} de chaque cou; elle prenait naissance à la hauteur des seins et était alors à cet endroit large de 5^{cm}, occupant tout l'espace compris entre les deux seins.

Dans le sens longitudinal, la soudure s'étendait à l'abdomen et s'arrêtait à 1^{cm} du pubis.

Le monstre pesait $3^{kg},500$. Les deux fœtus, du sexe masculin, avaient, de la tête aux pieds, l'un $43^{cm},5$ de long et l'autre 41^{cm}.

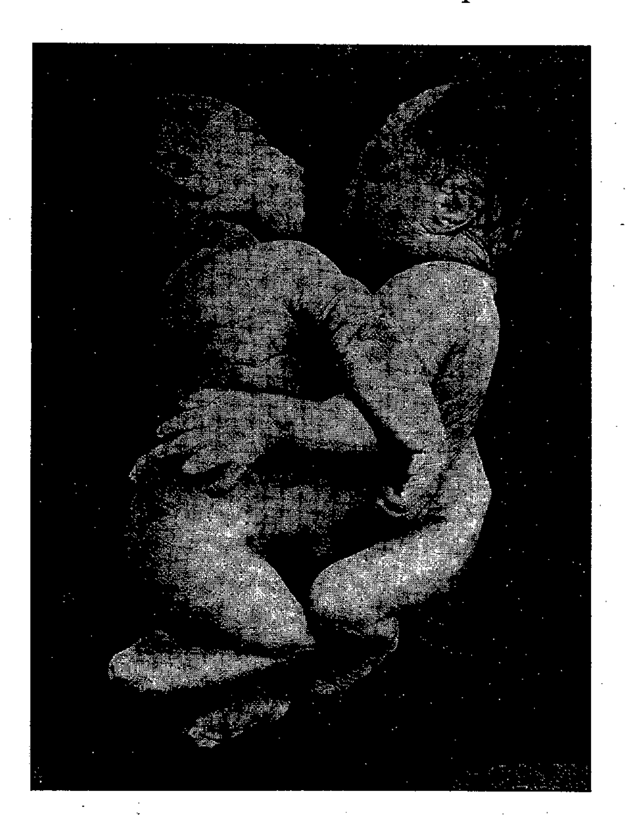
Leur étude radiographique nous a montré pour chaque fœtus un squelette normal. On pouvait aisément voir que les corps étaient soudés l'un à l'autre par les trois dernières côtes, chacune étant la prolongation de celle qui lui correspondait dans l'autre fœtus. Les sternums étaient indépendants.

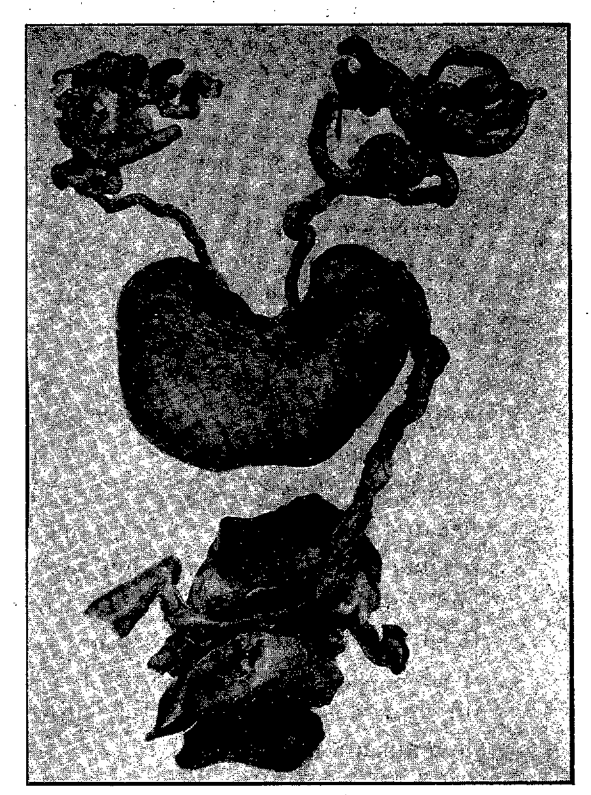
A la dissection, ce monstre nous a montré une structure anatomique remarquable. Ce qui frappait de prime abord, c'est que les deux fœtus possédaient une cavité abdominale unique dans laquelle nous n'avons

(¹) Présentée dans la séance du 23 octobre 1911.

constaté la présence que d'un seul foie et d'un seul estomac, tous les deux très volumineux.

L'estomac était en forme de cornemuse, avec sa face convexe tournée vers la tête et sa face concave dirigée vers le bas. Il mesurait 10^{cm} de long sur $5^{cm},5$ de haut et 5^{cm} d'épaisseur. Il était à cheval sur la ligne de soudure des deux fœtus, sa plus grande dimension était dans le sens antéro-postérieur. Chacune de ses moitiés occupait alors, en partie, ce qui correspondait à la cavité abdominale de chaque fœtus.





De cet estomac partait un seul œsophage. Il prenait naissance sur le côté à une des pointes de l'estomac; il remontait de suite vers la tête, puis, s'incurvant, il longeait la partie supérieure de l'estomac pour passer dans la cavité abdominale de l'autre fœtus, dont il rejoignait la bouche. Cet œsophage avait 28^{cm} de long. A 20^{cm} de l'estomac, il donnait en se bifurquant un tissu plat et creux, qui correspond à l'œsophage de l'autre fœtus à la bouche duquel il se rendait.

A l'extrémité opposée à celle d'où partait l'œsophage, prenait naissance

sur l'estomac un intestin. Il mesurait 71cm de long et présentait un appendice vermiculaire très net, situé à 36cm de l'anus, correspondant à la partie de la cavité abdominale où il était logé. Un autre intestin partait du milieu de la face concave de l'estomac. Il mesurait 70cm de long et son appendice vermiculaire était à 33cm de l'anus de l'autre fœtus.

Le foie unique coiffait la partie supérieure de l'estomac. Sa partie inférieure était si déprimée qu'il avait la forme d'une selle emboîtant l'estomac. Il pesait 77g. On voyait nettement, sur l'une de ses faces latérales, une ligne en bourrelet qui marquait comme la soudure des deux foies. Cet organe présentait, à sa partie inférieure, un sillon où se logeait l'œsophage. Il y avait nettement les restes de deux vésicules biliaires. L'une était allongée en doigt de gant et avait 6mm de long. L'autre était peu développée.

Il y avait une seule rate pour les deux fœtus. Elle était ovoïde, volumineuse et pesait 3g,50. Chaque fœtus avait ses deux reins. Ces organes lobés comme le rein du Dauphin, dont ils rappelaient en tous points l'anatomie et la disposition, avaient un poids moyen de 4g,50.

Chaque corps n'offrait qu'un seul poumon dans une cavité thoracique unique pour les deux fœtus. Chaque poumon, qui paraissait avoir subi une rotation de 90°, présentait trois lobes, dont l'un surmontait les deux autres.

La circulation sanguine était tout à fait originale. Il n'y avait qu'un seul cœur pour les deux fœtus. Cet organe occupait presque la totalité de la cage thoracique unique et reposait sur le foie. Il avait la forme d'un ellipsoïde très allongé; son orientation était identique à celle de l'estomac. Il pesait 15g et mesurait 5cm,5 dans sa plus grande longueur. A sa partie supérieure, on constatait une masse très dure, en forme d'œuf, qui correspond aux ventricules. A sa partie inférieure, se trouvait une poche composée d'un tissu élastique, qui correspond aux deux oreillettes. Le cœur est donc inversé. On se rend compte de suite que cet organe résulte de la fusion du cœur des deux fœtus. Par suite, les vaisseaux afférents et efférents sont devenus anormaux.

L'unique oreillette montrait un orifice très large à sa partie inférieure : c'est la veine sus-hépatique, qui a au plus 2mm de long sur 6mm de diamètre. A chacune des extrémités de l'oreillette aboutissaient trois vaisseaux qui provenaient, l'un du poumon, les deux autres des diverses parties du corps. Ces derniers représentent les veines caves supérieures et inférieures.

De même, à chacune des pointes du ventricule partaient deux artères, l'une à large ouverture, l'autre à petite ouverture. La grande correspond à l'aorte, la petite est l'artère pulmonaire. La circulation est donc en somme facile à comprendre. Chaque fœtus a son aorte et son artère pulmo-

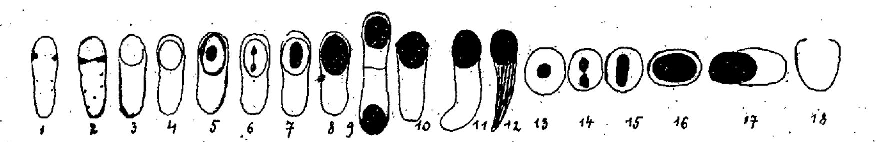
naire qui se dédouble peu après sa sortie du ventricule, ce qui indique qu'il y a eu dans chaque corps fusion des deux poumons en un seul. Chaque fœtus possède des veines caves et des veines pulmonaires comme à l'ordinaire. Mais, par suite de la soudure des deux foies, la veine sus-hépathique devient unique et, en conséquence, elle a dû se séparer des veines caves inférieures pour s'ouvrir isolément dans l'oreillette.

Nous nous trouvons donc en présence d'un exemple d'accolement de deux embryons par leur partie sous-céphalique, tout à fait au début du développement. C'est pourquoi tous les organes qui se forment dans la région céphalique, comme l'œsophage, le foie, le cœur, les poumons, l'estomac se sont soudés.

BACTÉRIOLOGIE. — *Formation et germination des spores du* Bacillus thermophilus vragnensis *Georgevitch*. Note [1] de M. **Pierre Georgevitch** [2], présentée par M. E. Roux.

Le *Bacillus thermophilus vragnensis* forme des spores endogènes, à la température de 56°-60° C., de la façon suivante :

Dans les cultures, à la température de 56°-60° C., il se produit après un certain temps, dans le protoplasma du bacille, un nombre considérable de granulations chromatiques; celles-ci se colorent en rouge foncé par une solution aqueuse de violet de Dahlia, d'après la méthode de la coloration vitale. Parmi ces granulations disséminées, on en voit deux plus grandes que les autres, et placées à l'extrémité la plus épaisse du bacille. Ces granulations sont situées sur les parois latérales du bacille, l'une en face de l'autre, ayant tendance à s'allonger vers le milieu du bacille (*fig.* 1).



La masse chromatique se déposant autour de ces deux granulations, il se forme deux cônes qui se rejoignent au centre du bacille en formant une sorte de membrane, par laquelle est isolée une petite partie apicale du bacille (*fig.* 2). Autour des deux granulations primitives une nouvelle masse chromatique se dépose en se dirigeant vers le pôle du bacille, tapissant ainsi entièrement son petit segment.

Le début de cette agglomération de la masse chromatique est représenté (*fig.* 3) et le stade terminal (*fig.* 4). A ce stade nous voyons qu'une vésicule de masse chroma-

(1) Présentée dans la séance du 23 octobre 1911.

(2) *Archiv. für Hygiene*, Bd. LXXII.

tique est formée (vue en coupe optique, elle est représentée par un cercle); sa périphérie se colore fortement en rouge foncé tandis que son centre se colore en rouge clair, ainsi que le reste du protoplasma du bacille.

Cette vésicule chromatique s'allonge dans le sens de la longueur du bacille, devient plus ovale et donne ce que j'ai nommé la *préspore* dans laquelle se formera la spore. Lorsque la préspore a acquis ses dimensions définitives, on voit apparaître, dans son centre, une assez grosse granulation chromatique qui se colore en rouge foncé de même que la périphérie chromatique de la préspore (*fig.* 5). A un stade de développement plus avancé, nous avons vu apparaître au centre de la préspore une seconde granulation chromatique liée à la première par un mince filament chromatique (*fig.* 6). Il semble donc que le noyau primitif s'est divisé par amitose en deux noyaux qui ne sont pas encore complètement séparés l'un de l'autre. Au cours du développement ultérieur de la spore, nous avons pu constater qu'il se forme, aux dépens de la masse de ces noyaux, une sorte de bâtonnet qui occupe le centre de la préspore (*fig.* 7). Ce bâtonnet se colore en rouge foncé, il est séparé des parois de la préspore par une zone claire et représente le germe de la spore définitive. La masse de ce bâtonnet augmente ensuite, et cela sans doute aux dépens du protoplasma de la préspore, jusqu'à égaler le volume de la préspore (*fig.* 8). A ce stade de développement, la spore définitive n'augmente plus de dimensions et occupe une extrémité du bacille qui a pris l'apparence d'une épingle. Une seule spore se forme ainsi à une extrémité du bacille. Cependant on peut rencontrer des bacilles paraissant avoir une spore à leurs deux extrémités, mais en réalité il s'agit dans ce cas de deux bacilles qui ne sont pas encore séparés l'un de l'autre (*fig.* 9). La spore ayant acquis ses dimensions définitives, la membrane du bacille éclate à son extrémité. Par cette fente, la spore sort de son sporange qui est formé par la membrane du bacille même et par la partie périphérique de la préspore (*fig.* 10). Les sporanges vides se désorganisent bientôt et restent suspendus à la spore.

La spore définitive à peine sortie de son sporange est très réfringente et ne se colore que difficilement. Après un certain temps de culture, la spore définitive devient plus oblongue ou piriforme, tandis qu'auparavant elle était plutôt ovale. De plus, la spore n'est plus aussi réfringente, elle est plus pâle et augmente rapidement de dimensions. Dans le protoplasma de la spore modifiée de cette façon apparaît bientôt au centre de la spore une granulation chromatique qui se colore fortement en rouge foncé (*fig.* 13). Bientôt après on voit apparaître, au centre d'une telle spore en germination, deux granulations chromatiques, l'une à côté de l'autre. Il est très probable que ces deux nouvelles granulations se sont formées par une division amitotique de la granulation primitive de la spore (*fig.* 14). La suite de la germination consiste en la concentration de la nouvelle masse chromatique autour des deux granulations décrites qui sont toujours liées entre elles par un mince filament chromatique. De cette manière il se forme une sorte de bâtonnet qui occupe le centre de la spore et qui se colore en rouge foncé. Ceci est sans doute le germe de l'embryon qui grandit ensuite aux dépens du protoplasma environnant, augmentant de dimensions jusqu'à occuper presque tout l'intérieur de la spore (*fig.* 16). L'embryon augmente considérablement de volume exerçant une pression sur les parois intérieures de la spore, qui éclatent à l'une des extrémités, et c'est par cette fente que l'embryon commence à sortir de son

enveloppe (*fig.* 17). L'embryon se colore à ce moment d'une façon encore plus intense, sûrement à cause de la grande délicatesse de sa membrane qui, par ce fait, est facilement perméable aux colorants. A ce stade de développement, quand l'embryon est à peine à moitié sorti de l'enveloppe de la spore, on a l'impression que la spore a acquis une excroissance en forme de bec, que nous avons antérieurement décrite, mais que nous avions mal interprétée comme étant une granulation polaire *qui s'allonge en dehors pendant la germination, en forme de cône* (*loc. cit.*, p. 209). Au même stade (*fig.* 17) on peut aussi très bien observer la structure de la membrane de la spore, qui est en partie complètement séparée de l'embryon. Nous n'avons pu constater qu'elle fût double sur aucun point de sa circonférence (*fig.* 18). C'est à cause de cela que nous supposons que la membrane de la spore de ce bacille est constituée par son pourtour.

La formation et la germination de la spore du *Bacillus thermophilus vragnensis* et de celle du *Bacillus thermophilus Jiovoïni* (¹) sont au fond semblables, mais le premier bacille représente un type de sporulation et de germination simplifiées.

GÉOLOGIE. — *Le pays des Zaër* (*Maroc occidental*). Note de M. **Louis Gentil**, présentée par M. Pierre Termier.

Le pays des Zaër est compris entre les Chaouïa et les Zemmour, dans un vaste quadrilatère d'une soixantaine de kilomètres de côtés. Il est limité à l'Ouest par les Ârab, à l'Est par les Zaïane et les Tadlâ.

J'ai eu l'occasion de parcourir cette région marocaine au cours de l'été 1909 et j'en ai rapporté d'intéressants documents géologiques et géographiques que je me propose de résumer dans cette Note.

La confédération des Zaër se divise en deux grandes tribus : les Guefiane, qui occupent l'intérieur du pays, et les Mzarâ, qui couvrent la zone littorale.

La région des Guefiane est accidentée, elle forme le prolongement vers le nord-est des Mdakra (Chaouïa) jusqu'à la vallée de l'Oued Grou, partie supérieure de l'Oued Bou Begreg qui se jette dans l'Océan à Rabat.

On y retrouve les mêmes terrains paléozoïques que chez les Chaouïa.

Des schistes satinés avec bancs de quartzites, traversés de filons de quartz, forment un système puissant que sa situation antérieure au Silurien me fait placer dans le Cambrien ou le Précambrien.

Au-dessus se développent les schistes et les quartzites ordoviciens et gothlandiens que j'ai distingués en Chaouïa (²).

(¹) *Comptes rendus des séances de la Société de Biologie*, t. LXVIII, p. 456.

(²) Rapport sur une mission scientifique au Maroc en 1908 (*Nouv. Arch. Miss. scient.*, t. XVIII, 1909, p. 30-52).

Des schistes subordonnés à des bancs de calcaires zoogènes, parfois transformés en une sorte de grauwacke par décalcification et silification, représentent, avec les mêmes fossiles, les niveaux dévoniens que j'ai signalés dans la *Meseta marocaine*. Ces dépôts se montrent, notamment, pincés dans un synclinal sur la rive droite de l'Oued el Ateuch et au pied du Djebel Sibbara, chez les Oulad Zid.

Dans la plaine d'El Hajab j'ai observé, au-dessus de ce Dévonien, des schistes verdâtres avec lits de grès, d'une épaisseur d'environ 200^{m}, que j'ai retrouvés au Bled Goujgal, dans la vallée de l'Oued Grou. Je pense qu'ils peuvent appartenir au Dinantien par comparaison avec les schistes qui se montrent dans une situation stratigraphique analogue dans la vallée de l'Oued Hameur qui descend de Qasba ben Ahmed, en Chaouïa; malheureusement je n'y ai pas trouvé de fossiles.

Enfin la série paléozoïque se termine par les mêmes couches rouges, avec intercalations gypseuses, que j'ai placées dans le Permien et partiellement aussi dans le Trias inférieur, dans la *Meseta marocaine*, l'Atlas et le Rif occidental. Ces dépôts continentaux ou lagunaires débutent, dans la vallée de l'Oued Grou, par de gros bancs de poudingues à cailloux roulés et quartzites cimentés par un grès ferrugineux ; ils sont entremêlés, comme dans l'Atlas, de coulées de laves andésitiques et de diabases ophitiques, avec tufs porphyritiques, provenant d'épanchements volcaniques contemporains de leur formation.

Une bosse granitique importante, d'une vingtaine de kilomètres de diamètre, se montre chez les Oulad Amran, les R'oualem et les Rouached. Elle est formée d'un granite gris à oligoclase et biotite, traversé par des filons de granulite rose à deux micas et de microgranulites à biotite. La roche de profondeur a exercé sur les schistes et les grès primaires un métamorphisme intense, donnant lieu à la formation de schistes micacés et de schistes à andalousite parmi lesquels se rencontrent de très beaux types de roches à chiastolite. Le granite des Zaër est primaire, post-silurien et antépermien.

Je n'ai trouvé nulle part sur mes itinéraires de sédiments secondaires autres que le Trias. Ni la mer rhétienne, ni la transgression mésocrétacée n'ont laissé de traces dans le pays des Zaër.

Les terrains tertiaires s'étendent exclusivement chez les Mzarâ ; ils sont représentés par des dépôts néogènes : un Miocène à grandes Huîtres du 2e étage méditerranéen, en continuité vers le Nord avec celui de la vallée de l'Oued Bou Regreg; un Pliocène à Pectinidés qui appartient à la zone littorale atlantique et que j'ai poursuivi, depuis le détroit de Gibraltar jusqu'à Agadir, au bord de la vallée du Sous.

Au point de vue tectonique, de même qu'au point de vue statigraphique, le pays des Zaër forme le prolongement de celui des Chaouïa.

Les traces d'une chaîne hercynienne sont très nettes dans cette partie de la *Meseta marocaine*. Mes recherches plus au Sud m'avaient montré, d'après les vestiges de cette chaîne carbonifère, qu'après avoir suivi depuis la région du Sous, à travers le Haut-Atlas, les Djebilet et la région des

Rehamna, une direction sensiblement NNE, elle prenait, dans le nord des Chaouïa, une direction armoricaine NNW pour aller s'abîmer, par une série d'arêtes rocheuses, sous l'Atlantique.

Les itinéraires de mes devanciers vers la limite occidentale de la région qui nous occupe semblent indiquer, par la direction donnée à la ligne de crêtes des Djebel Sibbara et Khaloua, qu'on avait encore de ce côté une ramification de la chaîne avec la même orientation armoricaine. En réalité, par une virgation de ses plis, la chaîne primaire se bifurque en donnant une branche varisque, orientée ENE, dont les traces sont nettement saisissables dans la suite de collines des Djebel Sibbara, Khiar, Fedj, Khaloua, etc., qui ont en réalité cette direction et qui vont se perdre au delà de l'Oued Grou, dans le Moyen-Atlas.

Il est important de remarquer encore que le pays des Zaër offre les plus beaux exemples de vestiges de la pénéplaine que j'ai signalée comme ayant nivelé, vers la fin des temps primaires, les hauts reliefs de ces Altaïdes [1]. Nous savons comment, en Chaouïa, partout où les terrains anciens ont été débarrassés de leur couverture secondaire ou tertiaire, cette pénéplaine affleure, laissant émerger des schistes des roches particulièrement dures, comme les quartzites siluriens et les grès dévoniens, sous la forme d'arêtes rocheuses que les indigènes désignent sous le nom de *sokhrat*.

Les mêmes formes de relief apparaissent bien plus nettement encore chez les Guefiane, parce que, de ce côté, la *Meseta marocaine* n'a pas été envahie par la transgression crétacée. La chaîne des Djebel Sibbara et Khaloua constitue l'une de ces *sokhrat* de quartzites ou de grès paléozoïques, tandis que la pénéplaine s'étale bien conservée, vers l'Oued Grou, dans la plaine de Bled Sbaa, et le plateau d'El Hajab.

Ailleurs le relief a été rajeuni par de profondes vallées comme celles de l'Oued el Ateuch, de l'Oued Bou Drader, de l'Oued Tifsassine, etc. L'ellipse granitique offre tous les caractères du modelé granitique ; le sol y est recouvert des produits de la désagrégation de la roche cristalline et l'arène envahit les vallons au fond desquels s'accumule l'eau des pluies qui donne des flaques marécageuses rappelant fidèlement, toutes proportions climatiques gardées, les *ouches* de la région granitique du Morvan.

---

[1] *Loc. cit.*, p. 44, et *Comptes rendus*, 17 mai 1910.

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de deux phases de plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Pierre Termier.

Lorsqu'on examine la direction des gneiss et du Carbonifère du massif des Aiguilles-rouges-Prarion comparée à celle des mêmes roches dans le versant nord du massif du Mont-Blanc, on est frappé, dans le voisinage de la vallée transversale de l'Arve, par la divergence qui règne entre les deux directions : elles se coupent presque à angle droit. On reste sous l'impression que les massifs du Prarion et de Pormenaz s'enfoncent sous celui du Mont-Blanc.

Une telle différenciation nécessite une analyse.

Un des faits importants du massif des Aiguilles-rouges est la discordance du Stéphanien sur les schistes cristallins. Cette discordance, nettement visible dans la vallée du Rhône, se répète dans le bord septentrional du massif de l'Aar (Tödi). Elle est également nettement marquée dans le massif de Belledonne.

Cette discordance révèle l'existence de plis antéhouillers bien connus depuis Ch. Lory. C'est bien à la chaîne carbonifère qu'il faut rattacher ces vieux mouvements, par analogie de direction avec ceux du Massif Central français, et non aux plissements calédoniens ainsi que l'ont écrit plusieurs auteurs.

Dans le massif du Mont-Blanc, le Carbonifère est concordant avec les schistes cristallins; il en est de même dans la région axiale du massif de l'Aar (Laucherspitzen, près du Loetschberg, région du Bristenstock), soit dans les territoires avoisinant la zone de la protogine.

Cette concordance est trop constante, dans des régions alpines très semblables, pour qu'on puisse continuer à y voir un parallélisme de couches dû à la striction qui aurait effacé une discordance primitive. Il serait singulier, d'autre part, que cette discordance ne se soit conservée que dans une zone dont la continuité ne fait aucun doute.

On peut de cette localisation tirer une première conclusion : *Le massif du Mont-Blanc et la région à protogine du massif de l'Aar, soit la zone au sud du synclinal de la Jungfrau et sa prolongation vers l'Est, sont plus jeunes réciproquement que les massifs des Aiguilles-rouges, Prarion, Belledonne et la zone du granite de Gastern et des gneiss d'Erstfeld en Suisse.*

Le massif du Mont-Blanc et la région à protogine du massif de l'Aar n'étaient pas plissés, peut-être faiblement ondulés, avant le Stéphanien; ils l'étaient nettement avant le début du Trias. *Leur âge est donc permien.*

Pour distinguer ces deux phases de plissements hercyniens dans les Alpes, phases, ainsi que nous le montrerons prochainement, qui ont eu une répercussion considérable sur d'autres phénomènes subséquents, nous proposons pour le stade antéstéphanien l'expression de *phase ségalaunienne* (1) et pour la seconde celle de *phase allobrogienne* (2).

Ainsi s'expliquerait par deux phases de plissements successifs (dont l'importance est au moins égale aux relations d'âge entre les plissements pyrénéens et alpins) la différenciation locale si singulière, qui a éveillé notre attention, dans la direction des gneiss et du Carbonifère de l'extrémité sud du massif des Aiguilles-rouges comparée à celle des gneiss du massif du Mont-Blanc : ce dernier a été culbuté par les plissements alpins, et, avec sa couverture sédimentaire, chevauche sur celle qui recouvre partiellement les vieux restes de la chaîne ségalaunienne, dont la pénéplaine n'a été que déformée par ces mêmes mouvements tertiaires.

GÉOLOGIE. — *Extension des formations paléozoïques dans les îles côtières de l'Argolide*. Note de M. **Carl Renz**, présentée par M. H. Douvillé.

L'auteur qui a signalé pour la première fois l'existence du Trias, du Carbonifère et du Permien dans l'Argolide et dans l'île d'Hydra, fait connaître l'extension considérable de ces formations à Hydra même, ainsi que dans les petites îles au sud et à l'ouest d'Hydra.

Stavronisi, située au sud d'Hydra, est composée entièrement de calcaires blancs ou gris à *Fusulina* et à *Schwagerina*.

Dans l'île Trikeri, qui s'élève entre Hydra et Spetsae, apparaissent également des sédiments supracarbonifères, parmi lesquels les calcaires à *Fusulina* et à *Schwagerina* jouent un grand rôle.

L'îlot de Pettas, entre Hydra et Dokos, est formé principalement de calcaires à *Fusulina*, à *Schwagerina* et à *Fusulinella*. En outre, on y trouve des grauwackes et, en quelques points de la côte, des couches triasiques affaissées. Les canaux entre Pettas et Hydra, ainsi qu'entre

(1) Nom tiré d'une ancienne population des Alpes françaises.
(2) Nom tiré d'une ancienne population des Alpes françaises.

Pettas et l'île crétacique de Dokos correspondent à des fossés, entre lesquels le supracarbonifère de Pettas est resté comme zone surélevée.

Dans la direction nord-est et sud-ouest de Pettas, les sédiments carbonifères se continuent dans plusieurs îlots.

Dans l'île de Platonisi (Platia), située vis-à-vis de Molos sur la côte septentrionale d'Hydra, affleurent les mêmes calcaires gris à *Fusulina* et à *Schwagerina*. Le caractère paléontologique des calcaires à *Fusulina* et à *Schwagerina* est partout le même (Hydra, Attique, Othrys).

Toute la partie sud-ouest d'Hydra, à partir de Molos jusqu'au cap Bisti, appartient principalement aux formations paléozoïques (surtout Permien et Carbonifère). Des dolomies sont ici très répandues, en bancs avec des intercalations de couches noires à *Fusulinella*, qui, d'après leurs Foraminifères, appartiennent au Permien le plus ancien. Ces calcaires à *Fusulinella* se trouvent sur la crête de l'île, à l'est de la chapelle Hagios-Georgios et au fond de la baie entre les deux caps au sud-ouest d'Hydra.

De même on les observe dans les terrains carbonifères et permiens, sur la côte méridionale de la partie moyenne de l'île.

Cette zone carbonifère et permienne s'étend d'Episkopi, où j'ai trouvé les calcaires noirs à *Lyttonia* (*Lyttonia Richthofeni* Kays., diverses espèces de *Productus, Enteletes*, *Orthothetes*, etc.), jusqu'aux dernières maisons de Klimaki. De là, les calcaires à *Fusulinella* et à *Bellerophon* se poursuivent à travers Hagios Taxiarchis jusqu'au col Gisisa. Au-dessous affleurent des couches carbonifères. A l'ouest, au sud-ouest et au sud des deux chapelles Panaghia et Christos, les calcaires foncés à *Fusulina* et à *Schwagerina* en connexion avec des schistes, montrent un très beau développement. Ils se continuent vers Hagios-Constantinos et Hagios-Ioannis.

Dans la région des failles-limites de la partie sud-ouest d'Hydra se présentent en outre des couches différentes, soit plus jeunes, soit plus anciennes. Parmi les formations plus anciennes, il faut mentionner des tufs verts kératophyriques et des marbres blancs; parmi les formations plus jeunes, deux gisements fossilifères de calcaires rouges de Han Bulog (Bulogkalke). Le premier de ces gisements est situé vis-à-vis de la pointe orientale de Pettas, le deuxième forme deux petits promontoires dans la baie de Hagios-Nicolaos, au nord-est de l'îlot de Tsingri.

A côté des Crinoïdes et des types communs des genres *Orthoceras*, *Proarcestes*, *Ptychites*, *Sturia* s'observent entre autres *Monophyllites wengensis* Klip., var. *sphærophylla* Hauer emend. Renz, *Monophyllites Suessi* Mojs., *Ptychites gibbus* Ben., *Ptychites pusillus* Hauer, *Ptychites flexuosus* Mojs.,

Procladiscites Brancoi Mojs., *Gymnites incultus* Beyr., *Gymnites Humboldti* Mojs., *Sageceras Haidingeri* Hauer, var. *Walteri* Mojs. emend. Renz, *Protrachyceras Reitzi* Boeckh. Ce dernier échantillon est identique ou très voisin de l'espèce typique des Buchensteiner-Schichten.

La direction générale des couches d'Hydra est O-E; l'inclinaison est dirigée vers le Nord.

L'extension du Permien et du Carbonifère dans l'île d'Hydra et l'existence du supracarbonifère dans les îlots Stavronisi et Trikeri, etc., c'est-à-dire aux sommets d'un terrain submergé au sud et au sud-ouest d'Hydra, indiquent une région suprapaléozoïque très étendue, dans le prolongement sous-marin de l'Argolide vers le Sud-Est.

PALÉONTOLOGIE. — *Les* Blattidæ *des houillères de Commentry*. Note de M. **Fernand Meunier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Nomoneures doivent être comptés au nombre des plus anciens insectes trouvés dans les formations géologiques européennes et américaines. Dès l'aurore de leur apparition, ces Orthoptères sont déjà hautement différenciés; leur origine, encore obscure, remonte donc bien antérieurement au terrain houiller. L'idée émise que les Blattides doivent être comptées parmi les formes ancestrales des Paléodictyoptères est loin d'être confirmée. Tout porte à croire (surtout les caractères des élytres et des ailes) que quelques Paléodictyoptères semblent avoir des traits de parenté avec les *Blattidæ*.

A Commentry, on trouve beaucoup d'élytres, quelquefois les ailes de la seconde paire; plus rarement encore l'abdomen ou d'autres organes de Nomoneures. Morphologiquement parlant, on ne constate guère de points de contact apparent avec les formes actuelles. La taille ordinaire de ces Arthropodes ne dépasse pas 10^{mm} à 20^{mm} de longueur; les formes géantes ont 60^{mm} à 65^{mm}. La morphologie des espèces n'est bien appréciable, à l'œil, qu'après l'examen, très attentif, de plusieurs individus d'une même espèce.

Avec Sellards, Shelford, Claus et les autres zoologistes, il y a lieu de maintenir les *Blattidæ* comme famille de l'ordre des Orthoptères. Les *Protoblattinæ mihi* (*Protoblattidæ* Handlirsch) renferment quelques curieuses formes au point de vue de la phylogénie des Nomoneures. A l'exemple de S. H. Scudder, feu Ch. Brongniart s'est borné à établir quelques rapprochements sommaires entre les formes de Commentry et celles des

gisements américains. La faune de Commentry, quoique partielle, malgré sa richesse, comprend cependant bien des espèces intéressantes.

L'examen des riches documents observés prouve qu'il faut revenir à la classification de Scudder, modifiée d'après les exigences scientifiques actuelles. Les espèces de Commentry sont nettement délimitées et ordinairement représentées par de très nombreux spécimens; les formes génériques sont peu variées. Pour ce qui a trait aux *Protoblattinæ*, il y a lieu d'attendre de nouveaux matériaux d'études avant de formuler des conclusions relatives à la phylogénie de ces Arthropodes.

La classification des Nomoneures de Commentry peut se résumer comme suit :

Ordre des Orthoptères. — Famille des *Blattidæ*. — 1. Sous-famille : *Protoblattariæ*.

2. Sous-famille : *Palæoblattariæ*. Premier groupe : *Mylacrinæ;* deuxième groupe : *Blattinæ*.

3. Sous-famille : *Neoblattariæ* (formes mésozoïques).

Les Protoblattines sont représentés à Commentry par les *Blattinopsis* (ancien genre *Fulgorina* Ch. Brongniart) et les *Blattinopsiella* (*Blattinopsiella pygmœa* Meun).

Parmi les Paléoblattines, du groupe des *Mylacrinæ*, on rencontre quelques espèces du genre *Dictyomylacris*. Le genre *Necymylacris* semble encore assez aberrant. Les *Archimylacris* sont rares. Parmi les *Blattinæ* on voit près de 80 pour 100 d'espèces du genre *Etoblattina ;* les *Anthracoblattina* sont représentés par quelques espèces très caractéristiques. Les formes du genre *Gerablattina* sont ordinairement d'assez petite taille. Les *Blattinopsiella*, espèce de taille exiguë, étaient assez communs à Commentry.

La taille des *Blattidæ* oscille peu entre les individus d'une même espèce. L'emplacement de la sous-costale, au bord antérieur de l'élytre, fournit des caractères spécifiques ordinairement bien accusés.

La faune de Commentry est peu riche pour ce qui concerne la diversité des formes génériques. Les Platyptérides, les Sténodictyoptérides et autres insectes, rangés actuellement parmi les Paléodictyoptères, y sont largement représentés. Dans le groupe des Protorthoptères se rangent beaucoup de formes à facies hétérogène, à liens phylogéniques encore très discutables.

Tous les genres trouvés à Commentry ont été rencontrés dans les gisements houillers des États-Unis et du Canada; il y a lieu cependant d'en

excepter le genre *Blattinopsiella*. Les études concernant les Blattes du gisement français étayent et corroborent entièrement les recherches de feu Ch. Brongniart et S. H. Scudder. Contrairement à ce qui a été prouvé pour les végétaux, les insectes houillers de Commentry ne fournissent aucun renseignement précis concernant la paléo-entomologie stratigraphique.

En résumé, le lac de Commentry semble avoir été habité par une faune de *Blattidæ*, moins riche que celle des gisements américains, représentée par un petit nombre de genres dont quelques-uns possèdent des espèces extrêmement prolifiques.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les gaz rares des grisous*. Note de MM. **Ch. Moureu** et **A. Lepape**, présentée par M. H. Le Chatelier.

1. Les grisous ont déjà fait, à divers points de vue, l'objet de nombreux travaux. Nous mentionnerons tout spécialement, à cause de son grand intérêt et parce qu'il est dans le même ordre d'idées que celui de nos propres recherches, un important travail de M. Th. Schlœsing fils sur la composition de ces gaz. En dehors de la partie combustible, qui, d'après M. Schlœsing, est généralement formée de méthane pur, le même auteur y a toujours rencontré de l'azote accompagnée d'argon (*Annales des Mines*, janvier 1897).

Les études que l'un de nous poursuit depuis 1895 sur les gaz rares présents dans les *gaz spontanés* des sources thermales (avec, depuis 1906, la collaboration, successivement, de M. R. Biquard et de M. A. Lepape), l'ont naturellement amené à s'occuper d'autres mélanges gazeux souterrains; et les grisous devaient offrir, sous ce rapport, un intérêt tout particulier. M. Schlœsing ayant bien voulu lui abandonner l'étude du sujet, nous avons entrepris un examen approfondi de la partie non combustible ou *azote brut*, laquelle, d'après nos récents résultats et l'hypothèse proposée par nous pour les expliquer, devait contenir, outre l'argon, les quatre autres gaz rares : hélium, néon, krypton, xénon.

2. Grâce à l'aimable obligeance de MM. H. Le Chatelier, L. Cayeux, A. Guntz, Taffanel, L. Courtinat, Cuvelette et J. Bolle, à qui nous adressons tous nos remercîments, nous avons pu nous procurer des échantillons *très purs* de grisous de diverses origines. Ils étaient prélevés à des soufflards débitant le gaz sous une pression sensible. On recueillait chaque échantillon (36^l) en prenant toutes les précautions utiles pour avoir du grisou rigoureusement exempt d'air. D'ailleurs, avant tout trai-

tement, on recherchait chaque fois soigneusement l'oxygène dans chaque échantillon ou fraction d'échantillon au moyen de pyrogallate de potasse : toute portion qui donnait une coloration même très légère (ce qui arrivait d'ailleurs rarement) était immédiatement rejetée.

Il s'agissait tout d'abord d'éliminer, en la brûlant, la partie combustible du grisou. A cet effet, dans un appareil spécial entièrement en verre soudé, au préalable complètement vidé d'air chaud et *tenant parfaitement le vide*, on envoie le gaz sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge dans un tube en verre d'Iéna, puis sur de la potasse. Au moyen d'une trompe à mercure, on pouvait réaliser une circulation continue des gaz sur les réactifs.

Le résidu gazeux était ensuite étudié, suivant notre méthode ordinaire, comme un « gaz spontané » de source (dosage eudiométrique du méthane résiduel, séparation et fractionnement des gaz rares, etc.).

Nous rassemblons, dans le Tableau suivant, les résultats de nos déterminations :

Composition centésimale, en volumes, des grisous secs.

				Gaz rares.		
Provenance.	CO^2.	Gaz combustibles.	Azote.	En bloc.	Hélium + traces Ne.	Argon + traces Kr et Xe.
Liévin	0,5	97,03	2,41	0,053	0,013	0,04
Anzin	0,16	97,92	1,854	0,065	0,044	0,021
Lens	Néant	98,15	1,81	0,037	0,0003	0,0367
Mons	Traces	99,60	0,317	0,053	0,050	0,003
Frankenholz..	2,80	95,09	2,06	0,048	0,027	0,021

On voit que la proportion d'azote dans ces cinq grisous est très faible (2,5 pour 100 au plus), et que cet azote est toujours accompagné des cinq gaz rares. On peut remarquer l'absence totale d'oxygène, ce qui est probablement le cas général lorsque le grisou est bien capté.

M. Schlœsing ayant eu l'obligeance de mettre à notre disposition deux échantillons d'argon *brut* extrait par lui de divers grisous (*loc. cit.*), nous avons pu y reconnaître également la présence des cinq gaz rares.

Il ressort de l'examen de ces résultats que le mélange d'azote et de gaz rares des grisous (*azote brut*) présente une composition analogue à celle de l'azote brut des autres mélanges gazeux naturels (air, gaz spontanés de sources thermales, gaz volcaniques).

3. Un fait particulièrement frappant qu'établit ce travail est la présence de proportions généralement considérables d'hélium dans l'azote brut des

grisous. Dans le Tableau ci-dessous, nous donnons les valeurs du rapport hélium-azote dans les grisous en prenant ce même rapport dans l'air pour unité :

Provenance.	$\frac{\text{Hélium}}{\text{Azote}}$ (grisous) : $\frac{\text{Hélium}}{\text{Azote}}$ (air).
Liévin	790
Anzin............	3470
Lens.............	30
Mons............	23100
Frankenholz......	1950

Très remarquable, on le voit, est la proportion d'hélium dans l'azote brut du grisou de Mons : elle y atteint 13 pour 100. L'azote brut du grisou de Mons est celui qui, de tous les mélanges gazeux naturels spontanés étudiés jusqu'à ce jour, contient le plus d'hélium. [Nous rappelons que le gaz spontané de Maizières (Côte-d'Or) en renferme 5,92 pour 100.]

Quelle est l'origine des gaz rares des grisous? Nous ne pouvons guère ici que poser la question. En ce qui concerne plus particulièrement l'hélium, nous dirons toutefois, à titre d'indication, qu'aucun des échantillons de grisous étudiés par nous ne contenait de quantités appréciables d'émanation du radium, dont on connaît la relation avec l'hélium. La recherche des substances radioactives dans la houille et les terrains avoisinant les soufflards pourra apporter une donnée utile à la solution de ce difficile problème.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 OCTOBRE 1911.

Lois du mouvement de translation accéléré ou ralenti, consécutif à un changement de la puissance développée par le moteur d'un navire, par M. L.-E. BERTIN, Membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Leonardi Euleri opera omnia, sub auspiciis Societatis scientiarum naturalium helveticæ edenda curaverunt FERDINAND RUDIO, ADOLF KRAZER, PAUL STÄCKEL; series III : *Opera physica; Miscellanea; Epistolæ*. Volumen III : *Dioptrica*, edidit EMIL CHERBULIEZ; Volumen I. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1911; 1 vol. in-4°. (40 exemplaires souscrits par l'Académie.)

Ministère de l'Instruction publique et des Beaux-Arts. Caisse des Recherches scientifiques. *Rapports scientifiques sur les travaux entrepris en* 1910 *au moyen des subventions de la Caisse des Recherches scientifiques.* Melun, Imprimerie administrative, 1911; 1 vol. in-8°.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes;* Tome III : zone $+21°$ à $+23°$. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis Parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par H. DESLANDRES, Directeur de l'Observatoire; t. IV, 1re Partie : *Recherches sur l'atmosphère solaire; photographie des couches gazeuses supérieures, étude simultanée des formes et des mouvements des vapeurs*, par H. DESLANDRES. Paris, Gauthier-Villars, 1910; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. Deslandres.)

Ponts et Chaussées. Service hydrométrique du bassin de la Seine. *Observations sur les cours d'eau et la pluie, centralisées pendant l'année* 1909, sous la direction de MM. FLAMANT, JUNCKER et SALLES, par MM. NOUAILHAC-PIOCH et E. MAILLET; et un *Résumé* par M. EDMOND MAILLET. Paris, s. d.; 1 fasc. in-f° et un fasc. in-4°.

Recherches spéléologiques et hydrologiques dans le Jura franc-comtois, par M. E. FOURNIER, avec 8 figures. (*Spelunca :* Bulletin et Mémoires de la Société de Spéléologie; t. VIII, n° 62.) Paris, au siège de la Société, 1910; 1 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Séance du 16 octobre 1911.)

Note de M. *Rosenstiehl*, L'harmonie des couleurs réalisée par l'emploi des camaïeux complémentaires :

Page 718, ligne 2, *au lieu de* $x = \frac{B}{A} 360 \frac{b}{a}$, *lire* $x = \frac{B}{A} 360 \frac{a}{b}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 NOVEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Sur la pression intérieure des fluides et la détermination du zéro absolu.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

J'ai montré dans une précédente Communication à l'Académie (3 mai 1909) [1] que les deux fonctions $\left(T\frac{dp}{dt}-p\right)$ et $\left(\frac{p_0 v_0}{v}-p\right)$ (dites l'une et l'autre *pression intérieure*) que j'ai désignées par π et Π', sont à partir de distances moléculaires suffisamment grandes (plus grande pour Π' que pour π) en raison inverse du carré du volume.

Ces lois se manifestent déjà très nettement pour des pressions extérieures considérables (pour π notamment depuis plusieurs centaines d'atmosphères) et je les ai considérées de suite comme des lois limites devant se vérifier de plus en plus strictement, en dehors des limites de mes réseaux, le volume devenant de plus en plus grand; j'en ai donné dans la même Note une vérification aussi satisfaisante que possible, pour des pressions voisines de la pression normale, en utilisant pour cela des données expérimentales dues à M. Leduc et à M. P. Chappuis. Ces vérifications étaient relatives aux gaz : hydrogène, oxygène, azote, acide carbonique, éthylène et ammoniaque.

Depuis, M. Leduc a donné pour la fonction π de nouvelles vérifications relatives à un certain nombre d'autres gaz; ces vérifications ont été également aussi satisfaisantes qu'on pouvait le désirer.

---

(1) Dans cette Note, au Tableau du bas de la page 1140, par suite d'erreur de colonne dans les calculs, il faut lire pour les valeurs de $\frac{\pi}{\Pi}$, relativement à l'éthylène : 2,536, 2,588, 2,668.

1. J'ai toujours considéré comme petites les variations de la fonction π avec la température, sous volume constant; pour cette raison que ces variations doivent s'annuler avec les écarts de la loi $\frac{dp}{dt} = \varphi(v)$ et que ces écarts sont toujours petits, dans toutes les parties des réseaux et sous toutes les pressions; il est même permis de se demander s'ils ne sont pas dus, tout au moins en grande partie, à des erreurs systématiques d'expérimentation dont on ne s'est pas rendu compte jusqu'à présent.

D'autre part, des calculs récents de M. Leduc le conduisent au contraire (17 juillet 1911) à des variations considérables de π avec la température; comme ces calculs se rapportent à des pressions voisines de la pression normale, j'ai cherché à me rendre compte des variations du coefficient de pression en utilisant les données de M. P. Chappuis relatives à l'acide carbonique et qui, précisément, comportent des limites de pression comprises entre $0^m,60$ et $1^m,30$ de mercure.

Voici les valeurs obtenues pour le coefficient de pression $\frac{dp}{dt}$ sous deux volumes constants :

Volumes constants.	Entre 17°,5 et 0°.	Entre 0° et 20°.	Entre 20° et 40°.	Entre 40° et 100°.
1,672706......	0,0022150	0,0022202	0,0022241	0,0022180
1,000000......	0,0037276	0,0037306	0,0037277	0,0037208

On voit que malgré la haute valeur exceptionnelle des données expérimentales, si l'on tient compte des erreurs possibles d'interpolation et surtout de ce que la température a été vraisemblablement rapportée au thermomètre à hydrogène et non au thermomètre à gaz idéal parfait, il est bien difficile de se prononcer sur la réalité des variations du coefficient de pression, tout au moins dans les limites du Tableau ci-dessus; et il en serait certainement de même et *a fortiori* avec des gaz plus parfaits que l'acide carbonique.

2. L'intérêt qui s'attache à cette question ressortira des considérations suivantes : Après avoir déduit de la loi de l'inverse du carré du volume, que l'action intermoléculaire $\varphi(r)$ est en raison inverse de la quatrième puissance de la distance intermoléculaire moyenne r, je me suis tout naturellement demandé si cette action ne serait pas proportionnelle au carré des masses moléculaires, ce qui entraîne qu'il en soit de même pour les pressions intérieures. Cette proportionnalité de r au carré de la masse moléculaire n'ayant pas lieu, j'en ai cherché une explication dans la

manière de concevoir la sommation de l'expression $\frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}$ qui représente aussi la pression intérieure intermoléculaire ou plus généralement interparticulaire; cette complication paraissant pouvoir ne plus exister pour des molécules monoatomiques, j'ai fait remarquer tout l'intérêt qu'il y aurait à *examiner le cas de fluides dont la molécule est considérée comme monoatomique;* j'ai même engagé M. Leduc, dont l'habileté expérimentale consommée est bien connue, d'entreprendre spécialement dans ce but l'étude des fluides en question.

Mais d'autre part M. Leduc croit entrevoir une autre solution à la question ; il pense que les pressions intérieures pourraient être proportionnelles aux carrés des masses moléculaires, si elles étaient prises, toujours sous le même volume, bien entendu, mais à des températures correspondantes; ce qui entraînerait des variations très considérables de π avec la température. Pour l'hydrogène en particulier il faudrait supposer des variations du coefficient de pression, hors de toute proportion avec celle qu'il est possible d'admettre. Il est vrai que la détermination de π pour l'hydrogène comporte des difficultés toutes spéciales, non pas tant dans l'obtention des coefficients de pression, que, et surtout, dans le choix du nombre adopté pour fixer la position du zéro absolu.

Si l'on fait le calcul en prenant le nombre 273° généralement adopté, on trouve pour valeurs de π à 0°, sous les pressions de 1^{atm} et 3^{atm} : $0^{atm},00027$ et $0^{atm},00213$, si l'on prend le nombre 273°,1 on trouve $0^{atm},00046$ et $0^{atm},00327$; avec le nombre 272°,9 la plus petite pression intérieure deviendrait négative.

La différence 0°,1 étant sensiblement de l'ordre de grandeur des différences existant entre les nombres proposés pour définir le zéro absolu, la détermination de π pour l'hydrogène paraît tout d'abord à peu près impossible ; mais en y regardant de plus près, si l'on tient compte de ce fait que les deux valeurs de π pour 1^{atm} et 3^{atm}, obtenues en prenant 273°,00, suivent parfaitement la loi du carré du volume, tandis que les deux autres valeurs obtenues en prenant 273°,1 ne la suivent absolument plus, la plus petite valeur de π étant beaucoup plus modifiée que l'autre, on conclura que vraisemblablement les premières valeurs sont bonnes, et le nombre 273°,00, à peu près rigoureusement exact. Au surplus, on peut pour ainsi dire renverser la question et déterminer ce nombre par la condition qu'en partant de coefficients de pression sous 1^{atm} et 3^{atm} bien déterminés, les valeurs de π correspondantes satisfassent rigoureusement à la loi du carré du volume,

il suffira d'écrire (0,003664 et 0,01097 étant les coefficients donnés par M. Leduc) :

$$(0,003664x - 1) = (0,010997x - 3)\left(\frac{v_1}{v_3}\right)^2.$$

En répétant le même calcul avec l'azote et l'oxygène dont la petitesse des pressions intérieures exige une grande précision dans la position du zéro absolu, on trouve :

Avec l'hydrogène	272°,983
Avec l'azote	272,999
Avec l'oxygène	272,996

Ainsi ce mode inattendu de détermination conduit au nombre 273°,000 généralement adopté [1].

Par suite, la pression intérieure de l'hydrogène paraît parfaitement déterminée, et la difficulté que présente ce gaz, entre autres, relativement à la loi soupçonnée par M. Leduc, subsiste.

3. Du reste, voici un procédé de vérification de cette loi, qui ne nécessite ni la connaissance d'aucun coefficient de pression, ni celle de températures correspondantes, mais simplement celle de pressions et densités correspondantes, pressions et densités critiques si l'on veut.

Soient π_a et π_b les pressions intérieures de deux substances de poids moléculaire M_a et M_b, en deux points correspondants dont les pressions, volumes, densités et températures sont p_a, v_a, d_a, T_a et p_b, v_b, d_b, T_b. La fonction π étant de dimension p, on a d'après les règles générales que j'ai données

---

[1] On peut déterminer très simplement la position du zéro absolu en opérant ainsi : extrapoler linéairement les valeurs des produits pv à zéro et 100° jusqu'à l'ordonnée initiale ; on aura ainsi les ordonnées initiales $(pv)_0$ et $(pv)_{100}$; puis écrire que ces ordonnées sont proportionnelles aux températures absolues x et $x + 100$: on trouve ainsi avec l'hydrogène, l'azote et l'acide carbonique les nombres 273°,039, 273°,086, 273°,040.

Pour l'azote le résultat est pour ainsi dire identique avec celui auquel est arrivé M. D. Berthelot, dans son beau travail sur le thermomètre à gaz (également avec les nombres de M. Chappuis) par la considération du coefficient β limite.

La moyenne des trois résultats qui précèdent 273°,055 diffère peu de celle (273°,079) adoptée par M. D. Berthelot.

La petite différence avec la moyenne 272°,993 obtenue au moyen des valeurs de π et de la loi du carré du volume peut tenir à ce que les coefficients de pression de M. Leduc, quoique excellents, n'ont été calculés qu'avec quatre chiffres décimaux.

il y a longtemps,

$$\frac{\pi_a}{\pi_b} = \frac{p_a}{p_b}. \tag{1}$$

Or, les pressions π_a et π_b doivent être comparées non pas sous des volumes v_a et v_b, mais sous même volume; ramenons donc la pression π_a à ce qu'elle serait, toujours à la température T_a sous le volume v_b, on aura, en désignant par π'_a cette dernière pression :

$$\frac{\pi_a}{\pi_b} = \left(\frac{v_a}{v_b}\right)^2. \tag{2}$$

Si l'on tient compte de ce qu'on a $v_a = \frac{M_a}{d_a}$ et $v_b = \frac{M_b}{d_b}$, on tire de (1) et (2)

$$\frac{\pi_a}{\pi_b} = \frac{p_a}{p_b}\left(\frac{M_a}{M_b}\right)^2\left(\frac{d_b}{d_a}\right), \tag{3}$$

et comme le rapport $\frac{\pi_a}{\pi_b}$ devant être égal à celui des carrés des masses, les masses disparaissent, il vient finalement

$$\frac{p_a}{d_a^2} = \frac{p_b}{d_b^2} = \text{const.} \tag{4}$$

pour tous les corps suivant la loi des états correspondants.

Voici le Tableau des valeurs de $\frac{p}{d_2}$ pour un certain nombre de substances :

Hydrogène	10484	Ammoniaque	1979
Azote	379	Méthylamine	1134
Oxygène	317	Diméthylamine	918
Chlore	312	Triméthylamine	714
Oxyde de carbone	330	Éthylamine	1031
Bioxyde d'azote	259	Diéthylamine	633
Acide chlorhydrique	389	Triéthylamine	408
Bioxyde d'azote	386	Alcool méthylique	1061
Acide sulfureux	292	» éthylique	830
Acide carbonique	338	» propylique	671
Sulfure de carbone	375	» butylique	638
Éthylène	1079	Acétone	673
Benzine	517	Éther ordinaire	519
Toluène	504	Chloroforme	214

On voit que la difficulté relative à l'hydrogène subsiste; la comparaison des autres gaz (gaz proprement dits) montre que le quotient, qui devrait

être constant, varie dans le rapport de 26 à 39, l'éthylène et l'ammoniaque exceptés, le produit moyen ne paraissant pas, du reste, sensiblement différent pour les gaz diatomiques ou triatomiques. Je dois faire remarquer, du reste, que, pour certains groupes de corps, les écarts ne sont pas plus grands (et sont même, pour quelques groupes, moins grands) en prenant la densité qu'en prenant son carré ; c'est ce qui a lieu pour Az et O, Az et AzO, CO^2 et CS^2.

D'autre part, entre tous ces corps quels sont ceux *s'il y en a* dont on peut *rigoureusement* dire qu'ils suivent la loi des états correspondants. En réalité l'acide carbonique et l'éthylène sont les seuls fluides (de structure moléculaire cependant bien différente) dont on ait constaté la coïncidence de réseaux compris dans des limites étendues de température et de pression ; or, précisément pour ces deux gaz, les quotients sont 344 et 1079. C'est, en dehors de l'hydrogène, la plus grande discordance du Tableau.

Il semble bien, cependant, que les pressions π prises à des températures correspondantes, ou supposées telles, se rapprochent davantage de la loi de proportionnalité aux carrés des masses, que prises à la même température. Il peut être également intéressant de remarquer que les densités critiques pour l'ensemble des gaz diatomiques et triatomiques croissent régulièrement avec la pression critique de telle sorte que (l'hydrogène excepté) le rapport de la pression au carré de la densité varie dans des limites qui ne sont pas *extrêmement* étendues ; la variation de ce quotient suivant les termes de séries telles que les alcools et amines, etc., présente aussi quelque intérêt ; ces conclusions sont, je crois, les seules qu'on puisse tirer de l'ensemble des données expérimentales que la Science possède actuellement.

4. Enfin je voudrais encore faire quelques remarques relativement à la nécessité signalée par M. Leduc, de modifier le terme $\frac{a}{v^2}$ de la formule de Van der Waals, afin de bien distinguer entre le rôle des fonctions π et Π'.

Dès 1894 j'ai cherché à substituer la fonction π à la pression intérieure de la formule en question, non à cause de la variation avec la température, mais parce que ce dernier terme conserve indéfiniment le même signe; je ne suis point arrivé à de bons résultats, si ce n'est pour quelques isothermes de l'hydrogène, ce qui ne présentait aucune difficulté. Mais après avoir étudié la fonction Π', je n'ai pas tardé à voir que c'est cette fonction qu'il fallait substituer et non la fonction π (Π' du reste varie avec le volume et la température). C'est même ainsi que je suis arrivé à la formule beaucoup

trop compliquée, il est vrai, qui représente bien l'ensemble du réseau de l'acide carbonique, état gazeux, état liquide et courbe de saturation. J'ai du reste montré depuis, très simplement, que si l'on prend comme définition de la pression intérieure à introduire dans l'équation d'état, *la pression par unité de surface qu'il faudrait ajouter à la pression extérieure pour amener le volume du fluide au volume qu'il occuperait s'il était gaz parfait*, on arrive précisément à retrouver l'expression ci-dessus de Π', à laquelle j'avais été conduit comme conséquence de la théorie du viriel (12 février 1906). Pour distinguer cette pression de la pression π, je l'ai appelée *pression intérieure totale;* la pression π n'est en effet qu'une partie de Π', elle devait lui être égale d'après les idées généralement reçues; en réalité, la différence expérimentale $\Pi' - \pi$ atteint plusieurs milliers d'atmosphères dans la limite de mes réseaux.

Il y a là une difficulté dont j'ai proposé deux solutions que je rappellerai en deux mots. Si l'on considère l'énergie moléculaire comme fonction de la température seule, ainsi qu'on le fait généralement, la pression π se réduit à l'expression $\frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}$, et la pression intérieure totale comprend en plus un second terme $(\Pi' - \pi)$. Ce sont les lois que suit cette dernière fonction qui m'ont conduit à l'hypothèse des atmosphères de fluide parfait que j'ai développée dans ma Note du 24 mai 1909. Cette hypothèse a pour elle que toutes les conséquences qui en résultent sont vérifiées dans tous leurs détails par les données expérimentales. Mais on peut concevoir aussi que cette fonction $(\Pi' - \pi)$ corresponde à une variation de l'énergie avec le volume; alors la pression intérieure totale Π' se réduirait à la pression intermoléculaire $\frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}$ et c'est de cette pression qu'il faudrait comparer la valeur aux carrés des masses.

Ce que je désire faire remarquer en terminant, c'est que les deux fonctions π et Π' suivant l'une et l'autre à partir d'une distance intermoléculaire suffisante, la loi de l'inverse des carrés des volumes, quelle que soit l'hypothèse adoptée, $\frac{\Sigma r\varphi(r)}{3v}$ devant avoir les dimensions de $\frac{1}{v^2}$, on retombe dans l'un comme dans l'autre cas sur ce résultat que $\varphi(r)$ est en raison inverse de la quatrième puissance de la distance moyenne intermoléculaire.

M. **Bigourdan** fait hommage à l'Académie du Tome III (1[re] Partie) de ses *Observations de nébuleuses*, et s'exprime ainsi :

Ce volume renferme les observations relatives aux nébuleuses des heures IX, X et XI d'ascension droite.

L'ensemble du travail est poursuivi depuis 1884, et son impression, commencée en 1890 (*Observations* de Paris de 1884), approche aujourd'hui de sa fin : il ne reste à paraître, avec l'*Introduction*, que les mesures des nébuleuses des heures XII et XIII (¹).

L'aboutissement prévu et poursuivi de ces observations est la formation d'un *Catalogue général* de positions précises de nébuleuses, du moins de celles qui sont observables à Paris, avec les moyens d'observation dont j'ai disposé.

Pour les nébuleuses australes, il en est encore un assez grand nombre dont les positions sont fort incertaines, malgré les travaux entrepris par MM. E.-E. Barnard, S.-W. Burnham, H.-A. Howe, J.-G. Porter, etc., et par les astronomes de L. Mc Cormick Observatory. Un observateur qui pourrait explorer le ciel austral, ne fût-ce que jusque vers $-35°$, ferait un travail très utile en déterminant les nébuleuses signalées et dont les positions sont encore mal connues; d'ailleurs, il est probable que, chemin faisant, il en découvrirait de nouvelles.

On sait que la plupart des nébuleuses ne peuvent être mesurées que différentiellement, par rapport à des étoiles de comparaison voisines. La formation du Catalogue que j'ai entrepris exige donc la recherche préalable des positions précises de ces étoiles de comparaison, recherche qui est déjà commencée.

En général, je n'ai pas déterminé différentiellement les positions de celles de ces étoiles qui sont mal connues, parce qu'elles se trouveront dans le Catalogue photographique international; là, leurs positions seront des plus sûres, et déduites d'ailleurs d'observations contemporaines de mes mesures différentielles de nébuleuses.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur une classe très étendue de systèmes triple-orthogonaux*. Note de M. C. **Guichard**.

Je rappelle d'abord la définition des réseaux singuliers à deux indéterminées [*Sur les problèmes de Géométrie* (*Comptes rendus*, 1er semestre 1904)].

Le réseau décrit par un point $M(X_1, X_2, \ldots, X_p)$ est dit n fois singuliers

(¹) Pour plus de détails, voir *Comptes rendus*, t. 143, 31 décembre 1906, p. 1216.

du côté des u, si l'on a

$$(1)\quad \begin{cases} \sum\left(\frac{\partial X}{\partial u}\right)^2=0, \quad \sum\left(\frac{\partial^2 X}{\partial u^2}\right)^2=0, \quad \ldots, \quad \sum\left(\frac{\partial^n X}{\partial u^n}\right)^2=0, \quad \sum\left(\frac{\partial^{n+1} X}{\partial u^{n+1}}\right)^2\neq 0, \\ \sum\frac{\partial X}{\partial u}\frac{\partial X}{\partial v}=0, \quad \sum\left(\frac{\partial X}{\partial v}\right)^2\neq 0. \end{cases}$$

Si l'on désigne par $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_p$ les paramètres normaux de la première tangente; par $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_p$ ceux de la seconde, on aura les équations suivantes, qui sont en somme équivalentes aux équations (1) :

$$(2)\quad \begin{cases} \Sigma\xi^2=0, \quad \sum\left(\frac{\partial \xi}{\partial u}\right)^2=0, \quad \ldots, \quad \sum\left(\frac{\partial^{n-1} \xi}{\partial u^{n-1}}\right)^2=0, \quad \sum\left(\frac{\partial^n \xi}{\partial u^n}\right)^2\neq 0, \\ \Sigma\xi\eta=0, \quad \Sigma\eta^2\neq 0. \end{cases}$$

On a pour tous les réseaux des équations de la forme

$$(3)\qquad \frac{\partial \xi}{\partial v}=n\eta, \qquad \frac{\partial \eta}{\partial u}=m\xi.$$

En différentiant les équations (2) et (3), on en déduit facilement les résultats suivants. On a

$$(4)\qquad \sum\frac{\partial^\alpha \xi}{\partial u^\alpha}\frac{\partial^\beta \xi}{\partial u^\beta}=0 \qquad \left(\begin{matrix}\alpha\\ \beta\end{matrix}=0, 1, 2, \ldots, n\right),$$

sauf pour la combinaison $\alpha=n, \beta=n$;

$$(5)\qquad \Sigma\eta\frac{\partial^\alpha \zeta}{\partial u^\alpha}=0 \qquad (\alpha=0, 1, 2, \ldots, n).$$

(La dérivée d'ordre 0 de ξ doit être remplacée par ξ.)
Enfin on a une relation de la forme

$$(6)\qquad \frac{\partial^{\alpha+1} \xi}{\partial u^\alpha\,\partial v}=B\eta+A_0\xi+A_1\frac{\partial \xi}{\partial u}+\ldots+A_{\alpha-1}\frac{\partial^{\alpha-1} \xi}{\partial u^{\alpha-1}}.$$

On sait (*loc. cit.*) qu'un tel réseau ne peut exister que si

$$p\geqq 2n+2$$

et que ces réseaux se déduisent facilement des réseaux O dans un espace de même ordre.

Cela posé, je prends un tel réseau dans l'espace d'ordre minimum; soit $M(X_1, X_2, \ldots, X_{2n+2})$ les coordonnées du point décrivant. Je consi-

dère le point $N(Y_1, Y_2, \ldots, Y_{2n+2})$ dont les coordonnées sont :

$$(7)\qquad Y_i = X_i + p_1\xi_i + p_2\frac{\partial\xi_i}{\partial u_1} + \ldots + p_n\frac{\partial^{n-1}\xi_i}{\partial u^{n-1}}\qquad (i = 1, 2, \ldots, 2n+2),$$

$p_1, p_2, \ldots, p_n$ étant des fonctions arbitraires de u, v et d'une troisième variable w.

En différentiant les formules (7) et en tenant compte des formules (6), on a des expériences de la forme

$$(8)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial Y_i}{\partial u} = P_0\xi_i + P_1\dfrac{\partial\xi_i}{\partial u} + \ldots + P_n\dfrac{\partial^n\xi_i}{\partial u^n}, \\ \dfrac{\partial Y_i}{\partial v} = Q\eta_i + Q_0\xi_i + \ldots + Q_{n-2}\dfrac{\partial^{n-2}\xi_i}{\partial u^{n-2}}, \end{cases}$$

où les P_1 et Q sont des fonctions de u, v, w. On en déduit

$$(9)\qquad \sum_1^{2k+2} dY_i^2 = P_n^2\sum\left(\frac{\partial^n\xi_2}{\partial u^n}\right)^2 du^2 + Q^2\sum\eta^2\,dv^2.$$

Je prends maintenant, comme dans ma Note du 19 juin, une courbe k fois isotrope dans un espace d'ordre $2k+1$. Soient $(X'_1; X'_2, \ldots, X'_{2k+1})$ les coordonnées du point décrivant que je suppose fonctions de la variable w; je désigne par x'_1, x'_2, x'_{2k+1} les paramètres directeurs de la tangente à la courbe et je pose

$$(10)\qquad Y'_i = X'_i + q_1 x'_1 + q_2\frac{dx'_1}{dw} + \ldots + q_k\frac{d^{k-1}x'_1}{dw^{k+1}}\qquad (i = 1, 2, \ldots, 2k+1),$$

où $q_1, q_2, \ldots, q_k$ sont des fractions arbitraires de u, v, w.

J'aurai (Note du 19 juin)

$$(11)\qquad \Sigma\, dY_i'^2 = q_k^2 W^2\,dw^2,$$

donc

$$(12)\qquad \sum dY_i^2 + \sum dY_i'^2 = du^2 P_n^2\sum\left(\frac{\partial^n\xi}{\partial u^n}\right)^2 + dv^2 Q^2\sum\eta^2 + dw^2 q_k^2 a W^2.$$

J'effectue sur les $2(n+k)+3$ coordonnées Y_i et Y'_i une substitution orthogonale à coefficients constants.

Soient $Z_2, Z_1, \ldots, Z_{2(n+k)+3}$ les nouvelles coordonnées.

J'aurai encore

$$(13)\qquad \sum dZ^2 = du^2 P_n^2\sum\left(\frac{d^k\xi}{du_2^k}\right)^2 + dv^2 Q^2\sum\eta^2 + dw^2 q_k^2 W^2.$$

Maintenant je détermine $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, q_2, \ldots, q_k$ par les $n+k$ équations du premier degré :

$$(14) \qquad Z_1 + i Z_2 = 0, \qquad Z_3 + i Z_4 = 0, \qquad \ldots, \qquad Z_{2(n+k)-1} + i Z_{2(n+k)} = 0;$$

il restera alors

$$dZ^2_{2(n+k)+1} + dZ^2_{2(n+k)+2} + dZ^2_{2(n+k)+3} = H_1^2 \, du^2 + H_2^2 \, dv^2 + H_3^2 \, dw^2.$$

Le point qui a pour coordonnées $Z_{2(n+k)+1}$, $Z_{2(n+k)+2}$, $Z_{2(n+k)+3}$ décrit bien un système triple-orthogonal.

Remarque I. — On peut supposer $n = 0$; $p_1, p_2, \ldots, p_n$ sont nuls. On a simplement

$$Y_1 = X_1, \qquad Y_2 = X_2.$$

On devra prendre pour X_1 et X_2 les coordonnées d'un réseau orthogonal plan. On a bien encore une relation de la forme (9). On peut de même supposer $k = 0$; $q_1, q_2, \ldots, q_n$ sont nuls; on aura

$$Y'_1 = X'_1.$$

On prendra pour X'_1 une fonction arbitraire de w. On a bien encore une relation de la forme (11).

Remarque II. — Si des relations (14) on pouvait déduire une relation linéaire entre les y_i nuls, cette relation serait nécessairement isotrope; cela reviendrait en somme à diminuer n d'une unité; même remarque en ce qui concerne les y'_i. Si donc on veut éviter ces réductions, il faut supposer

$$(15) \qquad n + k \leqq 2n + 2 \qquad \text{et} \qquad n + k \leqq 2k + 1.$$

Par conséquent, si C est donné, n devra prendre les valeurs

$$k-2, \quad k-1, \quad k, \quad k+1.$$

On obtient ainsi quatre types de systèmes triple-orthogonaux. Ces divers types possèdent des propriétés bien distinctes, au point de vue de la transformation de Laplace.

Remarque III. — On démontre, comme dans ma Note du 19 juin, que si $k = 1$, les courbes $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$ sont des courbes planes. De même, si $k = 2$ et si les X'_i sont des constantes, les courbes $u = \text{const.}$, $v = \text{const.}$ sont des courbes sphériques.

Enfin, si $n = 1$ et si les X_i sont des constantes, les surfaces $W =$ const. sont des sphères.

Remarque IV. — En prenant un second système $X'_1, X'_2, \ldots, X'_{2k_1+2}$ qui dépend de deux indéterminées u_1 et v_1 et qui est n_1 fois singulier du côté de u_1 et en posant

$$Y'_i = X'_i + p'_1 \xi'_i + p'_2 \frac{\partial \xi'_i}{\partial u_1} + \ldots + p'_{n_1} \frac{\partial^{n_1-1} \xi'_i}{\partial u_1^{n_1-1}},$$

on aura une relation de la forme

$$\Sigma\, dY_i^2 + \Sigma\, dY_i'^2 = H\, du^2 + L\, dv^2 + H_1\, du_1^2 + L_1\, dv_1^2. \tag{16}$$

J'effectue sur les $2(n + n_1) + 4$ coordonnées Y_i, Y'_i une substitution orthogonale à coefficients constants. Soient $Z_1, Z_2, \ldots, Z_{2(n+n_1)+4}$ les nouvelles coordonnées. J'aurai encore

$$\Sigma\, dZ^2 = H\, du^2 + L\, dv^2 + H_1\, du_1^2 + L_1\, dv_1^2. \tag{17}$$

Cela posé, je détermine $p_1, p_2, \ldots, p_n$; $p'_1, p'_2, \ldots, p'_{n_1}$ par les $n + n_1$ équations du premier degré :

$$Z_1 + i Z_2 = 0, \qquad Z_3 + i Z_2 = 0, \qquad \ldots, \qquad Z_{2(n+n_1)-1} + i Z_{2(n+n_1)} = 0; \tag{18}$$

il restera alors

$$dZ^2_{2(n+n_1)+1} + dZ^2_{2(n+n_1)+2} + dZ^2_{2(n+n_1)+3} + dZ^2_{2(n+n_1)+4} = H\, du^2 + L\, dv' + H_1\, du_1^2 + L_1\, dv_1^2.$$

On a ainsi un système complètement orthogonal dans l'espace à quatre dimensions. Ce système dépend de deux fonctions arbitraires de deux variables.

M. **Émile Picard** fait hommage à l'Académie d'une *Introduction à la théorie des équations intégrales*, par Trajan Lalesco, Ouvrage dont il a écrit la *Préface*.

M. **R. Zeiller** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : *Étude sur le* Lepidostrobus Brownii, qui est inséré au Tome 52 des *Mémoires de l'Académie* en cours de publication.

CORRESPONDANCE.

M. **Émile Picard** adresse des remercîments à l'Académie, qui lui a décerné le prix *Jean Reynaud*.

M. **Béhal** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Éléments de la théorie des intégrales abéliennes*, par M. Tikhomandritzky. (Présenté par M. Émile Picard.)

2° *Jérusalem sous terre. Les récentes fouilles d'Ophel*, décrites par H. V.

3° *Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger*, par M. de Lamothe. (Présenté par M. P. Termier.)

4° L. de Launay. *La géologie et les richesses minérales de l'Asie*. (Présenté par M. Termier.)

5° *La sépulture néolithique de Belleville, à Vendrest (Seine-et-Marne)*. Rapport général par M. Marcel Baudouin. (Présenté par M. Guyon.)

SPECTROSCOPIE. — *Sur les conditions de la production du spectre de Swan et sur ce qu'on peut en conclure relativement aux comètes qui possèdent ce spectre.* Note de M. **J. Meunier**.

J'ai démontré (*Comptes rendus*, t. 152, séance du 19 juin 1911), p. 1760, que le spectre de Swan, caractéristique des hydrocarbures, se forme dans la nappe d'allumage de la flamme, zone dans laquelle la proportion de gaz combustible n'est pas plus grande que la limite supérieure d'inflammabilité, soit 33 pour 100. J'aurais pu ajouter que, dans les parties où cette proportion est dépassée, la flamme fournit un spectre continu, qui est celui des flammes blanches et de l'incandescence des corps solides, alors même que cette

incandescence est produite par la combustion convergente (*Comptes rendus*, t. 150, p. 782). *Le spectre de Swan est donc essentiellement un spectre d'oxydation et de combustion explosive.* Les expériences suivantes, simples et rapides, que chacun pourra répéter, ne laissent aucun doute à cet égard. J'ai été conduit à les imaginer en poursuivant mon étude sur la combustion des gaz.

En ouvrant graduellement une prise d'air d'un bec Bunsen ordinaire, on obtient une flamme bleue, à l'intérieur de laquelle on remarque un cône de couleur plus foncée, bleu verdâtre, qui devient d'autant plus petit, mais d'autant plus vif qu'on donne plus d'air. J'ai établi, au moyen de mon appareil à limite d'inflammabilité (*Comptes rendus*, t. 145, p. 152), que la proportion de gaz dans ce même cône devait être de 33 pour 100 pour que la flamme restât stable, et que, si l'on descendait à une proportion plus faible, il fallait que la vitesse de sortie à l'orifice du bec fût plus grande que la vitesse d'inflammation du mélange. Celle-ci croît très rapidement en même temps que la teneur en combustible décroît; elle est maxima pour la proportion de 19 à 20 pour 100 de gaz d'éclairage. Une courbe, que je ne puis reproduire ici, rend bien compte de l'allure de ce phénomène.

Quand on examine le cône intérieur bleu verdâtre du bec Bunsen, dont la prise d'air est très ouverte, on remarque que la pointe du cône tend à s'abaisser pour rentrer dans l'intérieur du bec et rebondit par l'afflux du courant gazeux ascendant. Cette pointe paraît donc « danser » sur une hauteur de quelques millimètres. J'ai réussi à allonger à volonté ce mouvement oscillatoire, en munissant le bec Bunsen d'une cheminée de verre et en diminuant l'orifice de sortie du gaz, tout en conservant la même prise d'air; il s'ensuit qu'il se forme dans le bec des mélanges à moins de 30 pour 100 de gaz, qui sont explosifs, s'allument avec détonation, mais ne descendent pas plus bas que la cheminée de verre et ne pénètrent pas dans le bec. Je démontre ainsi instantanément que la vitesse d'inflammation croît avec l'abaissement de la teneur en gaz, ainsi que je viens de l'indiquer, car les explosions se succèdent d'autant plus rapidement dans la cheminée de verre que je donne plus d'air, et la remplissent de leur lueur bleu verdâtre, avec des stries plus foncées qui, dans l'obscurité, rappellent, jusqu'à un certain point, celles qu'on observe dans les tubes de Geissler. Ce sont des nappes d'allumage, et j'ai bien là la combustion explosive.

Or, au spectroscope, cette lueur d'explosion donne sur toute sa longueur le spectre de Swan, tandis que la flamme bleue extérieure du bec Bunsen ne donne absolument aucune bande, mais un spectre bleuâtre continu [1]. Je vais plus loin dans mes expé-

---

[1] C'est dans cette partie de la flamme, au-dessus de la nappe d'allumage, qu'on aperçoit les raies caractéristiques des métaux, avec ceux de leurs composés qui les donnent. Aux observations anciennes et connues de tous, il convient d'ajouter la récente observation de MM. Lecoq de Boisbaudran et A. de Gramont dans leurs

riences. Au lieu de constituer la cheminée de verre par un tube unique, je soude un deuxième tube au premier, obliquement ou rectangulairement, peu importe ; les deux extrémités restant ouvertes, je place une petite flamme, pour l'allumage du mélange explosif, à l'une d'elles ; l'explosion a lieu et vient sortir par l'autre extrémité sous la forme d'un jet bleu pâle qui s'allonge au dehors en présentant cette série de renflements et de rétrécissements qu'on observe à la bouche des armes à feu. Quoique beaucoup plus pâle que la flamme extérieure du Bunsen, dont je viens de parler, elle présente très nettement les bandes de Swan.

Le spectre de Swan caractérise donc la combustion explosive et il indique non seulement la présence des hydrocarbures, mais aussi celle du comburant, l'oxygène. Il s'ensuit qu'il faut conclure à la présence de l'oxygène dans les comètes où le spectre de Swan a été observé, par suite aussi à la formation des mélanges explosifs. Les gaz combustibles, qui proviennent de l'intérieur de l'astre, se dégagent d'une manière irrégulière, ainsi que le témoignent les changements d'apparence des jets, de la chevelure, du noyau ; cela est du reste facile à concevoir par analogie avec les phénomènes volcaniques terrestres ; on aura donc, *par suite des variations de proportions*, des flammes blanches, donnant des spectres continus, ayant à leur base une nappe d'allumage bleue, qui fournira plus ou moins nettement le spectre de Swan, comme cela s'observe à la base d'un bec de gaz « papillon », puis des mélanges explosifs qu'on pourra surprendre, donnant des bandes de Swan plus nettes, et capables de provoquer l'éclatement de l'astre et la déviation de sa trajectoire primitive.

Je ferai observer en terminant qu'à la base de la flamme papillon, on aperçoit parfois des raies parasites, qui proviennent non pas du combustible, mais du comburant ; l'air, en pénétrant dans la flamme, entraîne avec lui des corpuscules, des filaments de l'atmosphère ambiante, qui produisent la raie du sodium, ainsi que celles du calcium et du potassium, mais moins nettes. Les raies analogues dans le spectre des comètes pourraient donc provenir de corpuscules et de débris solides dans l'atmosphère de la surface.

---

remarquables recherches sur le spectre du glucinium (*Comptes rendus*, t. 153, 31 juillet 1911, p. 319) : les bandes verte β et bleue α de ce métal, reconnues autrefois par M. de Boisbaudran dans le spectre d'étincelle, ainsi que la bande indigo γ, beaucoup plus facile à obtenir par la photographie, se montrent « bien développées et intenses » dans la flamme bleue du chalumeau oxyacétylénique ; mais, comme M. de Gramont a bien voulu me l'écrire, « dans l'enveloppe immédiate du cône bleu et au-dessus du spectre de Swan ». Cette précision est, on le voit, des plus nettes.

ÉLECTRICITÉ. — *Interrupteur de bobine d'induction constitué par l'arc primaire.* Note de M. A. GUILLET, présentée par M. G. Lippmann.

1. Le *Wehnelt* permet de produire les variations de flux nécessaires au fonctionnement de la bobine de Ruhmkorff, sans avoir à recourir à un moteur déplaçant un contact dont le rôle est de fermer et d'ouvrir périodiquement le circuit inducteur. On peut satisfaire à cette même condition sans changer la nature des électrodes des *interrupteurs ordinaires* et sans avoir à employer, comme dans le cas du Wehnelt, une force électromotrice d'excitation relativement grande.

2. *Expérience.* — Versons dans un verre un peu de mercure et par-dessus une couche d'alcool. Fermons le vase au moyen d'un bouchon livrant passage à une électrode de graphite, qu'une vis micrométrique permet d'approcher du mercure jusqu'à ce que l'extrémité de l'électrode coïncide avec son image. Le charbon étant pris comme anode et le mercure comme cathode, il suffit de fermer le circuit inducteur pour que la bobine fonctionne spontanément et avec régularité. Selon la puissance des étincelles à produire on utilisera une force électromotrice d'excitation comprise entre 10 et 40 volts par exemple; le courant apparent d'excitation est alors d'environ 5 ampères. Le secteur à 110 volts peut également être utilisé avec un courant apparent variant, selon les cas, de 1 à 3 ampères.

Les deux conditions suivantes doivent être réalisées:

Il faut: 1° que le condensateur de Fizeau soit en place;
2° Que la self-induction du circuit dérivé soit très faible.

L'auto-ruption cesse en effet immédiatement dès que, par le jeu d'une clef auxiliaire, le condensateur est mis hors la dérivation ou lorsque quelques spires de fil sont introduites dans la dérivation; elle reprend son régime dès que, par la manœuvre inverse, on revient aux conditions premières.

3. L'atmosphère du vase peut être constituée par de la vapeur d'alcool, de l'hydrogène ou du gaz d'éclairage, etc., mais, si le milieu voisin du point d'interruption est de l'air, l'appareil refuse de fonctionner. A l'anode de charbon on peut substituer une cathode de fer ou encore utiliser des électrodes conductrices quelconques. Avec le cuivre, l'étincelle d'induction est particulièrement puissante. Si l'auto-rupteur doit jouer pendant longtemps sous forte tension, il est bon de le refroidir; le plus souvent, il suffit d'en-

tourer étroitement le charbon d'un serpentin en cuivre à spires jointives, dans lequel circule un courant d'eau.

4. On conçoit que si l'arc primaire prend un régime *analogue* au second régime étudié par M. Blondel [1] à propos de l'arc de Dudell, les étincelles du secondaire se produiront au moment où l'arc s'éteint et se rallume. L'étude de l'auto-rupteur devrait être faite à l'oscillographe, mais on peut enregistrer la fréquence des étincelles, et suivre l'influence des divers facteurs de l'appareil (force électromotrice, nature des électrodes, nature de l'atmosphère de l'arc, liquidité du mercure, etc.), en reliant aux bornes d'un électro Deprez les extrémités d'une couronne de spires entourant le corps de la bobine. Il est à remarquer que, si l'on assimile à un arc la coupure du primaire de la bobine de Ruhmkorff, la disposition électrique de ses circuits ne diffère de celle des circuits de l'arc chantant, employé à la production d'oscillations électriques, que sur le point suivant : dans la bobine, la self-induction du circuit d'alimentation est grande et comporte un noyau de fer, et de plus l'induction est due aux variations de l'intensité du courant d'alimentation liées au régime de l'arc, au lieu d'être due, comme dans l'appareil de Poulsen, aux variations du courant dont le circuit dérivé est le siège.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les différences de potentiel de contact apparentes entre un métal et des solutions électrolytiques*. Note de M. **J. Guyot**, présentée par M. E. Bouty.

On sait que si l'on ionise l'air entre deux plateaux de natures différentes formant les armatures d'un condensateur, il s'établit entre eux une différence de potentiel égale à leur différence de potentiel de contact apparente. J'ai appliqué la même méthode à la mesure des différences de potentiel au contact d'un métal et d'un électrolyte.

Le plateau métallique était constitué par une toile métallique dorée, disposée au-dessus d'une solution saline reliée à l'électromètre par une *électrode réversible*, par rapport au cation (électrode de 1re espèce) ou par rapport à l'anion (électrode de 2e espèce). Une préparation de polonium, qui m'a été obligeamment prêtée par

(1) M. Blondel, *Bulletin des séances de la Société française de Physique*, année 1905, pages 464 à 474.

Mme Curie, permettait d'ioniser l'air compris entre les deux armatures du condensateur métal-solution.

En opérant avec une toile métallique ayant suffisamment *vieilli*, on constate que la différence de potentiel apparente varie avec le temps, d'abord très vite, puis plus lentement, pour tendre au bout de 20 à 30 minutes vers une limite qui peut se maintenir très longtemps, qui se retrouve toujours la même et qui est, par suite, caractéristique de la cellule étudiée. *C'est cette limite que j'ai choisie comme valeur de la différence de potentiel apparente.*

Les mesures ont porté sur des solutions de nitrate d'argent, des solutions cupriques et des solutions de chlorures alcalins. Si l'on porte en abscisses les logarithmes (décimaux) des concentrations (en ions positifs quand l'électrode est de première espèce, en ions négatifs quand l'électrode est de seconde espèce), et en ordonnées les différences de potentiel apparentes, les résultats sont les suivants :

1° Pour des concentrations qui ne dépassent pas 1/10 d'ion-gramme par litre, la courbe est rectiligne, d'où il résulte que *les différences de potentiel apparentes varient proportionnellement aux logarithmes des concentrations*.

2° Le Tableau suivant donne les valeurs obtenues pour les coefficients angulaires des portions rectilignes:

Premier cas. (La solution est reliée à l'électromètre par une électrode réversible par rapport au cation).		*Deuxième cas.* (La solution est reliée à l'électromètre par une électrode réversible par rapport à l'anion) (électrode au calomel).	
Nature de l'électrolyte.	$\frac{\Delta V}{\Delta \log c}$.	Nature de l'électrolyte.	$\frac{\Delta V}{\Delta \log c}$.
NO^3Ag	+0,0525	HCl	−0,0525
SO^4Cu	+0,0250	KCl	−0,053
$(NO^3)^2Cu$	+0,0187	NaCl	−0,053
		LiCl	−0,0525
		NH^4Cl	−0,054

Nous avons pris ici pour les concentrations en ions $\overset{++}{Cu}$ dans les solutions de nitrate de cuivre le produit des concentrations en molécules par les coefficients d'ionisation $\left(\frac{\mu}{\mu_\infty}\right)$. Or la dissociation électrolytique du nitrate de cuivre est possible de plusieurs façons ; les concentrations *calculées* en ions $\overset{++}{Cu}$ sont donc très incertaines, et l'incertitude se reporte sur la valeur correspondante $d\frac{\Delta V}{\Delta \log c}$.

Par suite, si l'on écarte le chiffre +0,0187, relatif au nitrate de cuivre,

on voit par l'examen du Tableau précédent que *le coefficient angulaire de la portion rectiligne de la courbe est égal à* $\pm \frac{0^v,053}{p}$. Le coefficient angulaire est positif pour des électrodes de première espèce, négatif pour des électrodes de seconde espèce; il est inversement proportionnel à la valence p de l'ion que peut livrer l'électrode à la solution; enfin, pour des électrodes qui peuvent donner des ions de même signe et de même valence, il est indépendant de la nature chimique de ces électrodes.

Cette loi se dégage d'une manière particulièrement nette de la comparaison des courbes obtenues avec des solutions de chlorure cuivrique reliées à l'électromètre, soit par des électrodes de cuivre, soit par des électrodes au calomel. Dans le cas d'électrodes de cuivre, la courbe — en fonction des logarithmes des concentrations *en molécules* — est une droite de coefficient angulaire

$$+0,0175;$$

au contraire, dans le cas d'électrodes au calomel, c'est une droite de coefficient angulaire

$$-0,0375.$$

Dans les deux cas, les résultats sont de signes contraires, l'un étant sensiblement double de l'autre.

3° Il résulte de ces lois que les différences de potentiel, apparentes entre la toile métallique et des solutions électrolytiques reliées à l'électromètre par des électrodes réversibles, sont données par l'expression

$$V = V_0 \pm \frac{0,053}{p} \log c.$$

Or on sait que la force électromotrice d'une pile à un liquide dans lequel plongent deux électrodes réversibles, est donnée par la formule d'Helmholtz :

$$E = E_0 + \frac{RT}{\varepsilon p} \log_e c \qquad (\varepsilon = 96\,540 \text{ coulombs}),$$

qui, à la température ordinaire, peut se mettre sous la forme

$$E = E_0 \pm \frac{0,0576}{p} \log_{10} c.$$

En tenant compte des erreurs d'expérience, il semble donc que la formule d'Helmholtz soit applicable aux chaînes qui font l'objet de cette Note et dont je poursuis actuellement l'étude.

RADIOACTIVITÉ. — *Sur la quantité d'émanation du radium dégagée par l'une des sources de Colombières-sur-Orb (Hérault).* Note de MM. **Jacques Danne** et **Victor Crémieu**, présentée par M. E. Bouty.

Nous nous sommes proposé de déterminer la teneur en émanation du radium des gaz qui se dégagent en abondance aux griffons des sources de Colombières-sur-Orb (Hérault). Ces sources, au nombre de trois, s'échappent d'un massif constitué principalement par des schistes cériciteux granulitisés.

Les dosages d'émanation ont été effectués sur place, avec un électroscope convenablement étalonné au moyen d'une solution titrée de bromure de radium, et au laboratoire où l'on utilisait le dispositif de mesure électrométrique habituel.

Les chiffres qui suivent représentent la quantité d'émanation, exprimée en milligrammes-minute, contenue dans 10^l de gaz dégagés spontanément au moment de leur prélèvement au griffon :

Gaz de la source Gasseng	0,9
Gaz de la source Cabanel	0,3
Gaz de la source Crémieu	0,2

Ces gaz sont donc nettement radioactifs; nous avons vérifié que cette radioactivité était due à la présence de l'émanation du radium.

La source Crémieu présente un intérêt spécial en raison de la quantité de gaz dégagés.

Le débit gazeux moyen est d'environ $0^l,5$ à la seconde, soit 43000^l par 24 heures.

La quantité d'émanation dégagée atteint donc 860 milligrammes-minute par 24 heures. Ce chiffre est tout à fait remarquable.

La source Crémieu se comporte comme une véritable *mine d'émanation*.

Il convient de comparer ces résultats à ceux qu'on obtient en utilisant les déterminations effectuées sur d'autres sources thermales ; le Tableau suivant donne une idée générale des résultats auxquels on est conduit (¹) :

(¹) Les données qui ont servi à l'établissement de ce Tableau sont extraites d'un très intéressant Mémoire publié par M. Moureu (*Revue scientifique*, juillet 1911).

Sources (gaz).	Teneur en émanation exprimée en milligr.-minute dans 10 litres de gaz à l'émergence.	Débit gazeux par 24 heures (en litres).	Quantité totale d'émanation dégagée en 24 heures (en milligr.-minute).	Teneur en CO^2 en pour 100.
Ax (Viguerie)............	2,3	1530	352	Néant
Bains-les-Bains (Savonneuse)	3,5	14	4,9	Traces
Bourbon-Lancy (Lymbe)...	2	1500	300	2,8
Eaux-Bonnes (Vieille)......	0,5	30	1,5	Néant
La Chaldette..............	12,8	46	59	2,75
Luxeuil (Bains des Dames).	1,2	63	7,6	0,83
Maizières (Romaine).......	1,4	50	7	1,7
Plombières (Vauquelin)....	11,8	48	56,7	Traces
Colombières (Crémieu).....	0,2	43000	860	95

Les gaz de la source Crémieu sont constitués principalement par de l'acide carbonique (environ 95 pour 100). Ce fait est particulièrement intéressant; on peut en effet éliminer très facilement l'acide carbonique par des procédés physiques ou chimiques; le faible résidu gazeux contient la totalité de l'émanation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une relation générale entre les propriétés physiques des corps : application aux densités.* Note de M. G. **Ter Gazarian**, présentée par M. Georges Lemoine.

La question de la comparaison des corps chimiques entre eux n'est pas encore résolue d'une manière satisfaisante, car la comparaison faite soit à la température de la glace fondante, soit à la température d'ébullition sous la pression normale, ne permet pas de trouver une relation générale traduisant avec exactitude le rapport entre les données de même catégorie de divers corps. D'autre part, l'équation d'état de M. Van der Waals n'exprime pas les faits d'expériences avec une précision suffisante, comme les travaux d'un grand nombre de savants l'ont montré.

Il y a quelques années, en étudiant les densités des liquides à diverses températures, j'ai trouvé que si l'on compare les homologues à *des températures également éloignées de leurs températures critiques*, pour passer de la densité de l'un d'entre eux à celle d'un autre, on peut se servir de la relation fort simple [1] $d = \delta + n\alpha$, où δ est la densité des corps pris comme terme

[1] *Journ. Chim. phys.*, t. IV, 1906, p. 140, et t. VII, 1909, p. 273.

de comparaison, d celle du corps comparé, α un coefficient et n le nombre de degrés dont les températures auxquelles correspondent δ et d, sont éloignées des températures critiques respectives. Il était donc naturel d'aller plus loin et de voir si une relation analogue ne serait pas applicable à tous les corps chimiques indépendamment des groupes auquels ils appartiennent. Après une longue étude, j'ai pu établir que les densités des corps à l'état liquide, les coefficients de viscosité, les hauteurs d'ascension capillaire, le diamètre rectiligne de Cailletet et Mathias (les moyennes des nombres de densité du liquide et de la vapeur saturée) et la chaleur latente de vaporisation, calculée par M. le docteur Mills d'après les données de M. Young et de ses collaborateurs, obéissent à une loi générale qu'on peut formuler de la manière suivante :

A des températures également éloignées des températures critiques respectives, les quotients des nombres représentant chacune de ces propriétés pour deux corps quelconques varient linéairement avec la température.

Soient donc t_1 la température à laquelle l'une de ces propriétés d'un corps quelconque est représentée par S_1 et t'_1 celle à laquelle, pour un autre corps, S'_1 représente la grandeur correspondante, le premier de ces corps étant pris pour terme de comparaison. Les températures t_1 et t'_1 sont *analogues*, et si l'on désigne par T_1 et T'_1 les températures critiques des deux corps en question, on aura $T_1 - t_1 = T'_1 - t'_1$, ce qui signifie que la différence entre les températures analogues est égale à la différence des températures critiques: donc $t_1 - t'_1 = T_1 - T'_1$. Il en sera de même d'autres groupes de températures analogues t_2 et t'_2, t_3 et t'_3, ..., t_n et t'_n, auxquelles soient S_2 et S'_2, S_3 et S'_3, ..., S_n et S'_n les valeurs de la même propriété. Posons

$$\frac{S'_1}{S^1} = Q_1, \qquad \frac{S'_2}{S_2} = Q_2, \qquad \ldots, \qquad \frac{S}{S_n} = Q_n,$$

et l'on aura d'après la loi énoncée

$$Q_n = Q_1 + c(t'_n - t'_1),$$

c pouvant être positif ou négatif.

Cette relation a été vérifiée à l'aide d'un grand nombre de données émanant de divers auteurs. Telles sont les données relatives aux densités et au diamètre rectiligne, déterminées par MM. Young et ses collaborateurs, Ramsay, Donnan et Bally, Cailletet et Mathias, Dieterici et Hirsch; les données de MM. de Heen, Ramsay et Shields, Guye et Renard sur les hauteurs d'ascension capillaire et celles de Thorpe et Rodger, de Heen, Pribram et Handl concernant la viscosité.

Pour trouver les valeurs correspondant aux températures analogues, on a construit les courbes représentant la variation des valeurs de chaque propriété avec la température. Dans le cas des densités, du diamètre rectiligne et de la chaleur latente de vaporisation, on a construit les courbes correspondantes du pentane; dans le cas de la viscosité, c'était celle de l'octane, et celle du benzène dans le cas des hauteurs d'ascension capillaire. Pour chaque donnée expérimentale appartenant à un corps quelconque, on peut relever sur ces courbes les valeurs correspondantes, celles-ci devant simplement appartenir aux points des abscisses représentant les températures analogues.

Application de cette relation aux densités. — Sur 38 corps étudiés dans le cas des densités, je citerai comme exemples l'ammoniaque, l'oxyde de carbone, le benzène et l'acide acétique, rapportés tous les quatre au pentane. Soient R_1, R_2, ..., R_n les quotients des nombres représentant les densités aux températures analogues; on a alors

$$R_n = R_1 + c_1(t'_n - t'_1).$$

Températures analogues.		R.	R.
Ammoniaque.	Pentane.	Observé.	Calculé.
0°	64,9°	1,1013	1,1013
40	104,9	1,0947	1,0941
80	144,9	1,0855	1,0869
Oxyde de carbone.	Pentane.		
—205°	131,7°	1,7362	1,7352
—195	141,7	1,7107	1,7114
—185	151,7	1,6885	1,6876
Benzène.	Pentane.		
100°	8,7°	1,2439	1,2436
160	68,7	1,2483	1,2490
220	128,7	1,2563	1,2544
Acide acétique.	Pentane.		
130°	5,6°	1,4403	1,4395
200	75,6	1,4551	1,4556
270	145,6	1,4715	1,4717

Les températures critiques du pentane, de l'ammoniaque, de l'oxyde de

carbone, du benzène et de l'acide acétique sont respectivement 197°,2, 132°,3, — 139°,5, 288°,5 et 321°,6.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Réfraction moléculaire de composés azoïques.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. A. Haller.

Le but de ce travail est de déterminer, pour le cas particulier de composés azoïques, tant sur les solutions de ces corps que sur les corps purs, la valeur de la réfraction moléculaire, et de rechercher l'influence :

1° Du solvant;

2° De la position des substitutions, de façon, en particulier, à se rendre compte si la série ortho possède la même constitution que les autres séries ;

3° De la température d'observation et, en particulier, l'effet du phénomène de surfusion.

J'ai examiné, en outre, quelle concordance fournissaient les résultats, obtenus ainsi expérimentalement, avec ceux donnés par la loi de Brühl, sur l'additivité atomique.

Les résultats obtenus sont les suivants :

1° Le solvant paraît avoir une influence sensible sur la valeur de la réfraction moléculaire ;

2° La position ortho ou méta du groupement substitué ne détermine qu'une variation trop faible pour conclure à une constitution différente des composés ;

3° La température agit en augmentant faiblement, mais progressivement, la valeur de la réfraction moléculaire. D'autre part, le phénomène de surfusion ne donne lieu à aucune action notable ;

4° Enfin, si l'on adopte pour l'azote la valeur indiquée par Brühl, on obtient, pour la réfraction moléculaire calculée, des nombres sensiblement inférieurs à ceux obtenus par l'observation. On doit toutefois observer à ce sujet que l'influence du voisinage du spectre d'absorption peut se faire légèrement sentir en augmentant les valeurs d'observation.

Les mesures d'indices, sur les corps purs, ont dû être effectuées avec la raie du lithium ($\lambda = 670,5$), à cause de l'opacité des composés pour la raie D du sodium. Mais les conclusions précédentes n'en subsistent pas

moins, étant donné, d'une part, l'importance de l'écart entre les nombres obtenus par l'observation et ceux fournis par le calcul, et surtout, d'autre part, vu la position de la raie du lithium, intermédiaire entre les raies D et H_α, très voisine de cette dernière. Les nombres trouvés expérimentalement devraient, par suite, être intermédiaires entre ceux fournis par le calcul avec les radiations D et H_α, et être aussi très voisins de ce ces derniers, ce qui n'est pas.

Tous ces résultats se déduisent aisément des expériences, dont les plus caractéristiques sont indiquées dans le Tableau ci-dessous :

Produits en solution.

Nom du solvant.	Nom du produit dissous.	Réfraction moléculaire observée $\frac{100 R_1 - (100-p) R_2}{p}$ M. Raie D.	Réfraction moléculaire calculée d'après Brühl. Raie D.
Benzène	Azobenzène	63,88	60,32
Bromure d'éthylène	»	63,41	»
Nitrobenzène	»	63,43	»
Acide acétique	»	65,33	»
Cyclohexane	»	64,92	»
Pyridine	»	64,28	»

Produits purs fondus.

Nom du produit	Température d'observation.	Réfraction moléculaire observée $\frac{n^2-1}{n^2+2}\frac{M}{\alpha}$. Raie L_i ($\lambda = 670,5$).	Réfraction moléculaire calculée d'après Brühl. Raie D.	Réfraction moléculaire calculée d'après Brühl. Raie H_α.
Azobenzène	72° (en fusion)	62,28	60,32	59,84
o-Benzène-azobenzoate de méthyle	40° (en surfusion)	73,19	71,39	70,76
» »	50° (en surfusion)	73,24	»	»
» d'éthyle	20° (liquide)	77,83	76,00	75,33
» »	40° (liquide)	78,09	»	»
» de propyle	20° (liquide)	82,58	80,60	79,90
» »	40° (liquide)	82,80	»	»
m-Benzène-azobenzoate de méthyle	50° (en surfusion)	73,88	71,39	70,76
» d'éthyle	20° (en surfusion)	78,24	76,00	75,33
» »	30° (en surfusion)	78,44	»	»
» »	45° (en fusion)	78,48	»	»
» de propyle	20° (en surfusion)	83,24	80,60	79,90
» »	30° (en fusion)	83,26	»	»
» »	45° (en fusion)	83,43	»	»

CHIMIE PHYSIQUE. — *Cryoscopie dans l'hyposulfite de sodium fondu.* Note de M. **A. Boutaric**, présentée par M. E. Bouty.

I. Point de fusion de $S^2O^3Na^2, 5H^2O$. — L'hyposulfite de sodium forme plusieurs hydrates cristallisés dont deux surtout sont bien connus : l'un à 5^{mol}, l'autre à 2^{mol} d'eau. Par la fusion, l'hydrate à $5H^2O$ se décompose en donnant l'hydrate à $2H^2O$; la température qui s'établit pendant la fusion de l'hydrate à $5H^2O$ est donc la température d'équilibre du système univariant formé par le sel à $5H^2O$, le sel à $2H^2O$ et la solution. Il est cependant possible d'observer l'équilibre entre le sel à $5H^2O$ solide et le même sel fondu, et, par suite, d'obtenir la vraie température de fusion, ou de congélation de l'hyposulfite cristallisé à $5H^2O$.

J'ai pris de l'hyposulfite à $5H^2O$ bien purifié ; je l'ai fondu et laissé se refroidir de façon à provoquer une légère surfusion. Si, vers 48°, j'ajoute un cristal de sel à $5H^2O$, la surfusion cesse, la température remonte et se fixe à 48°,5, température de congélation de $S^2O^3Na^2, 5H^2O$. Vers la même température de 48°, j'ai, dans d'autres expériences, ajouté un cristal de sel à $2H^2O$: une abondante précipitation se produit et la température remonte bien au delà de 48°,5 (jusque vers 50° et même 51°), mais aucun état d'équilibre ne s'établit. Par refroidissement, la température baisse régulièrement, et a atteint ainsi, dans une de mes expériences, 47°. Mais si, pendant le refroidissement, on ajoute vers 48° un cristal à $5H^2O$, la température remonte et se fixe à 48°,2, température d'équilibre entre les deux variétés de sel solide et la solution [1].

D'où : *le point de congélation de l'hyposulfite à* $5H^2O$ *est* 48°,5. *La température d'équilibre entre le sel à* $5H^2O$ *solide, le sel à* $2H^2O$ *solide et la solution est* 48°,2.

L'expérience suivante confirme ces résultats :

Dans l'hyposulfite à $5H^2O$ fondu j'ai dissous une certaine quantité d'hyposulfite anhydre, obtenu en desséchant l'hyposulfite cristallisé par la chaleur. Pourvu que l'on ait soin de maintenir le tube à expérience dans l'eau bouillante de façon à dissoudre tous les germes de sel à $2H^2O$, la température, quand on fait cesser la surfusion par un cristal à $5H^2O$, ne remonte pas à 48°,5, ce qui est conforme à la loi générale de la cryoscopie. Si, au contraire, l'on provoque la formation simultanée de sel à $5H^2O$ et de sel à $2H^2O$, la température d'équilibre du système est toujours 48°,2.

---

(1) Ce dernier resultat a déjà été obtenu par M. Leenhardt (*Thèse de Paris*, 1908, p. 79).

II. Cryoscopie dans $S^2O^3Na^2, 5H^2O$ fondu. — J'ai utilisé l'hyposulfite de sodium fondu à $5H^2O$ comme dissolvant cryoscopique et j'ai déterminé l'abaissement moléculaire du point de congélation fourni par un grand nombre de substances organiques ou minérales.

Il faut prendre la précaution de maintenir assez longtemps dans l'eau bouillante le tube qui contient le sel fondu; sinon, il peut rester dans la solution des germes de sel à $2H^2O$, qui, pendant le refroidissement, provoquent la précipitation du sel à $2H^2O$, et déterminent ainsi une élévation de la température.

L'urée, le glucose, le sucre candi et les sels de sodium (chlorure, chlorate, nitrate, sulfate) donnent un même abaissement moléculaire, voisin de 44°. Les sels des autres métaux se comportent différemment. Tandis que le chlorate de sodium, par exemple, donne un abaissement moléculaire égal à 43,1, le chlorate de potassium, pour une concentration très voisine, produit un abaissement double : 86,3. Voici les abaissements obtenus pour quelques sels :

Azotate de potassium	86 (= 43 × 2)
Azotate d'ammonium	82 (= 41 × 2)
Chlorure de potassium	83 (= 41,5 × 2)
Sulfate de potassium	122 (= 40,6 × 3)

Les sels de métaux autres que le sodium sont donc à peu près complètement ionisés. Et l'hyposulfite à $5H^2O$ fondu semble se comporter comme une dissolution aqueuse concentrée où l'eau conserve son pouvoir ionisant pour les ions qui n'existent pas dans la solution.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la formation d'eau oxygénée sous l'effluve électrique.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. A. Haller.

On sait que l'eau de pluie renferme fréquemment de petites quantités d'eau oxygénée, spécialement en été, quand le temps est chaud et clair et que les gouttes de pluie sont de grande dimension, ce qui correspond à des pluies orageuses.

L'origine de cette eau oxygénée a été attribuée à l'action globale de la lumière; cette explication semble recevoir une confirmation du fait, démontré récemment par plusieurs expérimentateurs, de la décomposition de l'eau par les rayons ultraviolets et formation d'hydrogène, d'oxygène et de

petites quantités d'eau oxygénée. En dehors de cette cause qui est admissible, on peut se demander si les phénomènes électriques qui se manifestent dans les hautes régions de l'atmosphère ne peuvent aussi intervenir dans la production de l'eau oxygénée pluviale.

La formation de H^2O^2 sous l'action de l'effluve électrique a déjà été constatée par Franz Fischer et O. Ringe ([1]), mais dans des conditions trop spéciales pour qu'on puisse les rapprocher des conditions naturelles de production que nous envisageons; ces savants soumettaient à l'action de l'effluve, de la vapeur d'eau soit seule, soit additionnée d'oxygène ou d'air surchauffée à 130°; les produits étaient soumis ultérieurement à un refroidissement rapide : Avec la vapeur d'eau seule, ils constatèrent la formation seulement de traces de H^2O^2; mais celle-ci augmentait par intervention de l'oxygène et surtout de l'air.

D'autre part, M. Kernbaum ([2]) affirme que l'eau se comporte sous l'action de l'aigrette électrique comme sous celle des rayons ultraviolets, en donnant de petites quantités d'eau oxygénée; mais je ferai observer que M. Kernbaum a employé pour reconnaître la présence de H^2O^2 de l'iodure de potassium amidonné et que ce réactif n'est pas spécifique de H^2O^2, mais se trouve semblablement influencé par l'ozone, certains composés oxygénés de l'azote et nombre d'autres oxydants; en particulier, dans le cas qui nous occupe, il est parfaitement admissible qu'un peu d'ozone se soit formé aux dépens de l'oxygène provenant de la décomposition de l'eau.

Nous avons repris l'étude des conditions de formation d'eau oxygénée sous l'influence de l'effluve électrique en nous plaçant dans des conditions se rapprochant des conditions naturelles; spécialement, l'effluvation a été effectuée dans une enceinte refroidie et sous des pressions décroissantes analogues à celles qui règnent dans les hautes régions de l'atmosphère.

L'appareil employé se composait d'un vase de Durand chauffé au bain de valvoline et renfermant de l'eau distillée; le tube abducteur de ce flacon pouvait être fermé hermétiquement pour opérer avec la vapeur seule ou être mis en relation avec un réservoir d'oxygène ou avec l'atmosphère; le tube abducteur communiquait avec la branche supérieure d'un tube à effluves maintenu refroidi à quelques degrés au-dessous de zéro, de telle sorte qu'à la fin de chaque expérience, l'eau condensée s'y trouvait à peu près totalement solidifiée. L'orifice de sortie du tube à effluves communiquait avec un manomètre et une trompe à eau; on pouvait faire varier à volonté la pression dans l'appareil au moyen d'un robinet branché au voisinage de la trompe. Cet appareil

(1) *Berichte der d. ch. G.*, t. XLI, 1909, p. 945.
(2) *Comptes rendus* t. **151**, 1910, p. 319.

nous a servi à faire de nombreux essais, en opérant avec la vapeur d'eau seule ou additionnée d'oxygène ou d'air; nous avons fait varier, la température, la pression, ainsi que l'état de dilution des gaz et vapeur dans le cas d'addition d'oxygène ou d'air.

Nous avons employé comme réactif de H^2O^2 l'acide chromique pur en solution très diluée que nous considérons comme spécifique de H^2O^2; la reconnaissance de traces de H^2O^2 avec ce réactif nécessite quelques précautions, car la coloration bleue est fugace : Le liquide suspect de renfermer H^2O^2 est placé dans un tube à essais et l'on fait couler le long des parois au moyen d'une pipette quelques gouttes de solution diluée de CrO^3; la coloration bleue se développe, quand il y a lieu, à la surface de séparation des deux liquides, mais disparaît fréquemment par agitation.

Nous résumerons ici les principaux résultats obtenus :

Avec la vapeur d'eau seule et sous des pressions variant entre la pression atmosphérique et des pressions très réduites (30^{mm}) nous n'avons jamais observé de coloration avec la solution CrO^3; à vrai dire KI amidonné se colore (généralement au bout d'un certain temps), mais nous pensons que cela tient à la formation d'un peu d'ozone.

Si l'on fait intervenir l'oxygène, la formation de H^2O^2 devient très nette pour des pressions globales variant entre la pression atmosphérique (770^{mm}) et la moitié de cette pression, spécialement lorsque l'oxygène est en grand excès dans le mélange ; pour des raréfactions plus élevées, nous n'avons plus pu constater la formation de H^2O^2.

En substituant l'air à l'oxygène, les résultats positifs sont beaucoup moins constants, ce que nous attribuons à la formation simultanée de certains composés oxygénés de l'azote qui détruisent l'eau oxygénée ; en tout cas, il est essentiel de procéder sans délai aux constatations, sous peine qu'elles soient toujours négatives. Néanmoins, nous sommes arrivés à constater la formation de H^2O^2 dans les mêmes limites de pression que pour l'oxygène, mais ici surtout la quantité d'air doit être relativement grande comparée à celle de la vapeur d'eau et la circulation gazeuse assez rapide.

En résumé, il est établi qu'il se forme H^2O^2 par l'action des effluves électriques sur de l'air raréfié humide à une température assez basse, conditions qui se trouvent réalisées dans les hautes régions de l'atmosphère (l'altitude correspondant à une pression voisine de la moitié de la pression normale correspondrait à 5000^m environ) ; sans nier que l'action des rayons ultraviolets puisse être mise en cause dans la production de H^2O^2 pluvial, il nous semble que l'intervention des phénomènes électriques doit être retenue.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide lactarinique.*
Note de MM. **J. Bougault** et **C. Charaux**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente [1] nous avons montré que l'acide lactarinique a la constitution d'un acide cétostéarique. Nous avons réussi depuis à fixer la place de la fonction cétonique dans la chaîne carbonée ; l'acide lactarinique est l'acide 6-cétostéarique et doit être représenté par la formule

$$CH^3 - (CH^2)^{11} - CO - (CH^2)^4 - CO^2H.$$

I. Nous sommes arrivés à ce résultat en traitant l'oxime par la méthode classique de Beckmann.

L'oxime isomérisée, par l'acide sulfurique concentré à la température du bain-marie bouillant, a donné un mélange de deux composés qui, d'après leurs produits d'hydrolyse, doivent être

$$CH^3 - (CH^2)^{11} AzHCO - (CH^2)^4 - CO^2H$$

et

$$CH^3 - (CH^2)^{11} - COAzH - (CH^2)^4 - CO^2H,$$

mais qui n'ont pas été isolés.

Leur hydrolyse a été effectuée par l'acide chlorhydrique concentré à 170°-180°. Cette hydrolyse doit, en acceptant les formules ci-dessus, fournir les quatre produits suivants : l'acide adipique $CO^2H - (CH^2)^4 - CO^2H$, l'acide saturé normal $C^{12}H^{25}CO^2H$, l'amine saturée normale $C^{12}H^{27}AzH^2$ et l'acide aminé $AzH^2(CH^2)^4CO^2H$.

Il est facile de se rendre compte que la caractérisation d'un seul de ces quatre corps suffit pour fixer la place de la fonction cétonique. En fait nous en avons caractérisé deux avec sûreté : l'acide bibasique et l'acide monobasique ; nous avons de plus étudié quelques caractères de l'amine qui s'accordent avec ceux qu'on en pouvait attendre ; quant à l'acide aminé, la petite quantité de matière première mise en œuvre n'a pas permis de l'obtenir à un état de pureté suffisant pour en poursuivre l'examen.

II. L'acide bibasique obtenu est bien, en effet, de l'acide adipique. L'identification a été établie par le dosage acidimétrique (trouvé : poids moléculaire = 147 ; théorie : 146), et par l'épreuve du point de fusion du mélange avec un échantillon d'acide adipique d'une autre origine ; le point de fusion a été dans tous les essais de 149°.

---

[1] *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 572.

L'acide monobasique, purifié par entraînement à la vapeur d'eau, fond à 41°; c'est le point de fusion de l'acide saturé normal $C^{12}H^{25}CO^2H$. La détermination du poids moléculaire par acidimétrie conduit à la même conclusion (trouvé, 216; calculé, 214).

L'amine s'obtient le mieux par entraînement à la vapeur d'eau des produits d'hydrolyse convenablement alcalinisés par la potasse. C'est un liquide peu fluide, d'odeur aminée désagréable, peu soluble dans l'eau. Son chlorhydrate est également fort peu soluble dans l'eau froide, et encore moins en présence d'un excès d'acide.

Le dosage du chlore dans le chlorhydrate a donné :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{12}H^{27}Az.HCl$.
Cl pour 100	15,82	16,03

Tous ces caractères s'accordent avec ceux de la base normale $C^{12}H^{25}AzH^2$; toutefois le point d'ébullition n'a pas été vérifié.

III. Comme on le voit, l'ensemble de ces résultats confirme les conclusions énoncées au début de cette Note.

Les deux autres acides cétostéariques connus jusqu'ici et dont les formules de constitution paraissent bien établies sont : l'acide 9-cétostéarique $CH^3(CH^2)^8CO(CH^2)^7CO^2H$, fondant à 83°, et l'acide 10-cétostéarique $CH^3(CH^2)^7CO(CH^2)^8CO^2H$, fondant à 76°.

L'acide lactarinique, qui est l'acide 6-cétostéarique

$$CH^3(CH^2)^{11}CO(CH^2)^4CO^2H$$

et qui fond à 87°, est donc bien un acide nouveau comme nous l'avions supposé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Éthérification catalytique, par voie humide, des acides bibasiques.* Note de MM. **J.-B. Senderens** et **J. Aboulenc**, transmise par M. Georges Lemoine.

En poursuivant nos recherches sur l'éthérification catalytique des acides par voie humide ([1]), nous avons été conduits, après avoir étudié les acides monobasiques, à considérer le cas des acides bibasiques.

([1]) J.-B. Senderens et J. Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1671 et 1855.

I. *Éthers maloniques.* — L'éthérification complète de l'acide malonique par les alcools monoatomiques ROH s'exprime par l'équation

$$(a) \qquad CO^2H - CH^2 - CO^2H + 2\,ROH = RCO^2 - CH^2 - CO^2R + 2\,H^2O.$$

Conformément à cette équation, une molécule d'alcool éthylique et une demi-molécule d'acide malonique ont été mises à bouillir, durant 1 heure, en l'absence de tout catalyseur, dans un appareil à reflux. A la température de 90° où se faisait l'ébullition du mélange, nous avons constaté un dégagement de CO^2 (8^{cm^3} à la minute), provenant de la décomposition de l'acide malonique, selon l'équation

$$(b) \qquad CO^2H - CH^2 - CO^2H = CO^2 + CH^3 - CO^2H \text{ acide acétique.}$$

En tenant compte de cette décomposition, nous avons trouvé, par le dosage de l'acide malonique resté libre, que l'éther malonique formé s'élevait aux 32 pour 100 du rendement théorique, avec 1 pour 100 d'acétate d'éthyle provenant du $CH^3 - CO^2H$ de l'équation (*b*).

Dans une seconde série d'expériences, nous avons ajouté au mélange alcool-acide, fait comme précédemment, 1 à 2 pour 100 en volume de SO^4H^2. Le dégagement de CO^2 n'a plus été que de $0^{cm^3},5$ à la minute. Après une heure d'ébullition, tandis que l'acétate d'éthyle se trouvait réduit à $\frac{1}{1600}$, le malonate éthylique correspondait au 67,5 pour 100 de la théorie; il s'est élevé aux 82,4 pour 100 en doublant la dose d'alcool, (2 molécules d'éthanol pour 1 demi-molécule d'acide malonique), la proportion d'acide sulfurique n'ayant pas changé.

L'action de SO^4H^2 comme catalyseur d'éthérification est donc incontestable, d'autant qu'en augmentant sa proportion, par exemple avec 10 pour 100 en volume de SO^4H^2 au lieu de 1 à 2 pour 100, on n'obtient pas de meilleurs rendements.

En remplaçant SO^4H^2 par 5 pour 100 de sulfate d'alumine anhydre ou de bisulfalte de potassium, nous sommes arrivés sensiblement aux mêmes résultats.

Lorsqu'on veut recueillir le malonate d'éthyle, il faut, après avoir expulsé l'excès d'alcool, soumettre le résidu à des lavages à l'eau et à un carbonate alcalin, qui entraînent une bonne partie de l'éther en raison de sa solubilité. Il en est de même pour le malonate de méthyle. Aussi la quantité d'éther recueillie dans ces deux cas n'est guère que la moitié de celle qu'indiquerait le dosage de l'acide malonique resté libre.

A mesure que le poids moléculaire de l'alcool forménique opposé à l'acide malonique augmente, la solubilité de l'éther correspondant diminue.

De là vient que les préparations de malonates d'éthyle et de méthyle fournissent un liquide absolument homogène, sans ligne de séparation; tandis que, pour le malonate de propyle, on constate, dès le début de sa préparation, la formation d'une couche aqueuse qui se fait au-dessous de la portion éthérifiée et qui s'en sépare nettement. Cette couche va en augmentant de l'alcool propylique à l'alcool isoamylique, et les rendements en éther deviennent de plus en plus avantageux. C'est ainsi qu'en opposant à 1 demi-molécule d'acide malonique 2 molécules de différents alcools, nous avons recueilli les quantités suivantes d'éthers, rapportés à 100, rendement théorique :

	Pour 100.
Malonate de méthyle	28,5
Malonate d'éthyle	32,6
Malonate de propyle	62,4
Malonate d'isobutyle	75,4
Malonate d'isoamyle	85,6

Avec les malonates de propyle et d'isobutyle, les quantités d'éther recueillies sont très voisines de celles qu'indique le dosage de l'acide malonique resté libre. Ces deux valeurs sont identiques dans le cas du malonate d'isoamyle.

On arrive donc par notre procédé, qui se distingue en cela des autres méthodes, à une préparation des éthers maloniques d'autant plus avantageux que les alcools forméniques employés ont un poids moléculaire plus élevé. Les éthers qui vont suivre se prêtent à la même observation.

2. *Éthers succiniques.* — En opérant avec 2 molécules de différents alcools forméniques pour 1 demi-molécule d'acide succinique et dans les mêmes conditions que pour les malonates, les quantités d'éther recueillies après purification ont été par rapport à la théorie :

	Pour 100.
Succinate d'éthyle	30
Succinate de propyle	75,5
Succinate d'isoamyle	96,2

3. *Éthers oxaliques.* — En suivant toujours le même mode opératoire, nous avons recueilli par rapport au rendement théorique :

	Pour 100.
Oxalate d'éthyle	28
Oxalate d'isobutyle	78
Oxalate d'isoamyle	97

4. *Éthers phtaliques.* — Nous avons aussi expérimenté avec un acide aromatique bibasique, d'un emploi très courant, l'acide orthophtalique. Ici, il n'y a pas, à proprement parler, de catalyse. Pour éthérifier l'acide phtalique, il faut employer, non pas 1 à 2 pour 100 en volume de SO^4H^2, mais 15 pour 100 environ. On a alors, après 1 heure d'ébullition, une couche inférieure aqueuse, tandis que la couche supérieure renferme l'éther phtalique neutre. C'est la confirmation du fait que nous avons rencontré dans les acides aromatiques monobasiques, dont l'éthérification, ainsi que nous l'avons signalé, ne réussit par notre procédé de catalyse que lorsque leur carboxyle est séparé du noyau par des chaînons forméniques (¹).

Notre méthode ne se borne pas aux cas déjà fort nombreux d'éthérification exposés jusqu'ici. Nous avons reconnu qu'elle s'appliquait aux acides non saturés, et que les alcools cycliques, opposés aux divers acides, s'éthérifiaient également avec facilité par ce procédé catalytique, dont on voit ainsi la grande généralité.

BOTANIQUE. — *Sur la vie des Champignons dans les acides gras.* Note de M. A. Roussy, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente (²), nous avons montré que les Champignons inférieurs, en particulier certaines moisissures, peuvent vivre et se développer sur les substances grasses aussi bien que sur les substances sucrées, à condition que ces substances grasses soient dans le milieu nutritif en proportion peu élevée (de 2 à 30 pour 100 pour l'axonge).

Les résultats obtenus sur l'axonge, nous les avons obtenus à peu près identiques sur d'autres corps gras incorporés dans les mêmes conditions (graisses, huiles ou beurres de diverses provenances, retirés du règne végétal ou du règne animal); sauf le beurre de muscade, en raison probablement de l'essence qu'il contient, les corps gras que nous avons employés en milieux gélatinés ou gélosés se sont montrés de bons milieux pour la plupart des Champignons ensemencés, l'optimum de végétation apparaissant dans les boîtes de Petri qui renferment 8 à 10 pour 100 de corps gras; au nombre des Champignons ensemencés, nous signalons : *Absidia glauca*, *Circinella umbellata*, *Mucor Mucedo*, *Phycomyces nitens*, *Rhizopus nigricans*,

(¹) J. B. Senderens et J. Aboulenc, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1857.

(²) *Comptes rendus*, 6 septembre 1909.

Sporodinia grandis, *Mortierella candelabrum*, *Aspergillus flavus*, *Citromyces glaber*, *Penicillium luteum*, *Sterigmatocystis nigra*, *Sporotrichum bombyceum*.

Cette faculté pour les corps gras de servir de milieu nutritif aux Champignons étant admise, on peut se poser les questions suivantes :

Les Champignons se développent-ils aussi bien et aussi rapidement dans les éléments qui constituent les graisses (acides gras et glycérine) que sur la graisse elle-même ? Parmi ces éléments constitutifs des graisses, quels sont ceux qui semblent le mieux convenir aux Champignons ; la substance grasse est-elle utilisée pour ses acides gras ou pour sa glycérine ?

Pour répondre à ces diverses questions nous avons fait pour la glycérine et les acides gras (oléique, palmitique, stéarique) ce que nous avions fait pour les graisses ; à côté des boîtes contenant l'axonge dans ses différentes proportions et des boîtes-témoins contenant le liquide Raulin sans sucre et le liquide Raulin saccharosé, nous avons préparé, pour chaque Champignon et dans les conditions voulues d'homogénéité et d'asepsie, des milieux de glycérine et des milieux d'acides gras de 2 à 50 pour 100 sur lesquels nous avons noté la date d'apparition et le mode de développement des Champignons (poids des cultures, mensuration des filaments, des sporanges, des spores).

D'une façon générale les acides gras, surtout l'acide oléique et l'acide palmitique, se sont montrés favorables à la plupart de nos Champignons au même degré que la graisse elle-même ; le développement de ces Champignons rappelle en tous points ce qui a été vu pour l'axonge : apparition dès le troisième jour d'un appareil végétatif qui devient rapidement abondant soit dans le substratum, soit au-dessus de lui, les organes reproducteurs n'apparaissant que lorsque le mycélium a pris déjà une certaine extension ; pour *Phycomyces nitens* et *Sterigmatocystis nigra*, au fur et à mesure que pousse le mycélium, il se produit, dans le milieu d'acides gras, des substances chromogènes généralement jaunes que nous avions déjà observées sur l'axonge. Comme pour la graisse, les Champignons étudiés apparaissent dès qu'il y a 2 pour 100 d'acides gras, l'optimum de végétation étant situé tantôt vers 8 pour 100, tantôt vers 10 pour 100, le maximum étant représenté par 25 et 30 pour 100.

Rien de semblable pour les milieux glycérinés ; sur 2 pour 100 et quelquefois sur toute la série des boîtes à glycérine, les Champignons ne viennent pas plus que sur le liquide Raulin dépourvu de saccharose ; lorsqu'ils se développent davantage, ce qui est le cas pour *Rhizopus*, *Penicillium* et *Aspergillus*, il y a malgré tout un léger retard par rapport aux boîtes d'acides

gras ; en outre, indice que le milieu est moins favorable, les organes de reproduction mettent une certaine hâte à apparaître ; généralement, à partir de 10 à 12 pour 100, les cultures sur glycérine sont extrêmement pauvres, impondérables ; on ne constate jamais de substances chromogènes. Le *Sterigmatocystis nigra* présente à cet égard des différences typiques : sur acides gras, son mycélium a le même aspect gaufré et plissé qu'il présente sur axonge, alors que sur le milieu glycériné le plus favorable, c'est-à-dire 6 pour 100, l'organisme n'est représenté que par de petits amas de spores éparpillés autour du point d'ensemencement.

En résumé, il semblerait que les Champignons qui, comme diverses espèces de Mucorinées notamment, se développent bien dans un milieu contenant une certaine quantité de graisse, doivent leur beau développement beaucoup plus aux acides gras qu'à la glycérine ; c'est seulement dans quelques rares cas, en particulier pour les *Aspergillus* et les *Penicillium*, que la glycérine peut constituer un milieu aussi favorable que les acides gras.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la formation des pigments anthocyaniques*. Note de M. **Raoul Combes**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Cette Note est un exposé préliminaire de mes recherches chimiques sur la formation des pigments anthocyaniques. J'ai pris pour sujet d'études les feuilles de l'*Ampelopsis hederacea*, qui restent vertes pendant toute la saison chaude, et qui rougissent rapidement au début de l'automne. Mon but a été d'isoler, d'une part, dans les feuilles rouges, les composés anthocyaniques qui se forment, en automne, dans certaines cellules ; d'autre part, d'isoler, dans les feuilles vertes, les substances de composition voisine de celle des précédentes, mais dépourvues de vive coloration, qui se constituent dans les mêmes cellules, pendant la saison chaude ; enfin, de comparer ces deux séries de corps au point de vue de leur constitution chimique.

Tout d'abord, les méthodes de recherches microchimiques m'ont permis de mettre en évidence les faits suivants :

1° Le pigment anthocyanique rouge, qui apparaît en automne dans les feuilles de l'*Ampelopsis hederacea*, forme, avec l'acétate neutre de plomb, une combinaison de couleur verte. Ce composé plombique, qui se précipite dans les solutions aqueuses d'anthocyane traitées par le sel de plomb, se

dépose également dans les cellules pigmentées, lorsqu'on fait agir ce même sel sur des coupes pratiquées dans les feuilles.

2° Dans les feuilles vertes, les cellules où se localisera l'anthocyane, lorsque le rougissement se produira, renferment, avant le début de ce rougissement, une substance qui forme, avec l'acétate de plomb, une combinaison colorée en jaune.

Grâce à ces premières indications, fournies par mes recherches microchimiques, j'ai pu entreprendre l'extraction des deux composés dont il vient d'être question : 1° le pigment anthocyanique qui se trouve localisé dans certaines cellules déterminées des feuilles rouges; 2° le composé, probablement voisin, qui occupe les cellules à anthocyane dans les feuilles vertes, avant l'apparition de cette anthocyane.

J'ai opéré sur plusieurs lots de feuilles vertes récoltées en juin et juillet, ainsi que sur plusieurs lots de feuilles rouges récoltées en septembre et octobre.

Je suis parvenu à isoler :

1° *Dans les feuilles rouges: un composé cristallisé en aiguilles pourpres, groupées en rosettes, formant, au contact de l'acétate neutre de plomb, une combinaison de couleur verte;* cette substance est très soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther, le benzène et le toluène ;

2° *Dans les feuilles vertes : un composé cristallisé, comme le précédent, en aiguilles groupées en rosettes, mais dont la couleur est brun clair. Ce composé forme avec l'acétate neutre de plomb une combinaison de couleur jaune;* il offre des caractères de solubilité semblables à ceux du corps précédent.

Les résultats des recherches microchimiques que j'ai résumés plus haut me permettent : 1° de considérer le composé cristallisé que j'ai isolé sous forme d'aiguilles pourpres comme le pigment anthocyanique qui se constitue dans certaines cellules des feuilles d'*Ampelopsis* lorsque les premiers froids de l'automne agissent sur ces organes; 2° de considérer le composé cristallisé que j'ai isolé sous forme d'aiguilles de couleur brun clair comme le composé qui prend naissance dans les mêmes cellules lorsque les feuilles se développent dans des conditions normales pendant la saison chaude.

Je poursuis actuellement mes recherches en vue de déterminer la constitution chimique de ces deux substances.

Depuis que la question de la formation des anthocyanes a été posée, on a considéré les substances rouges, violettes et bleues, qui colorent les végé-

taux, comme des produits résultant de l'oxydation de composés existant déjà dans les cellules avant l'apparition de ces pigments.

A la suite de recherches relatives aux modifications que subissent, au cours de la formation des pigments anthocyaniques, les différents groupes de sucres et les glucosides contenus dans les tissus, j'ai été amené, en 1909, à adopter une manière de voir différente de celle admise jusqu'alors pour expliquer la formation des anthocyanes. Cette manière de voir peut se résumer comme il suit :

Tous les pigments anthocyaniques ne peuvent être considérés comme provenant d'une simple transformation des glucosides existant dans les tissus avant la pigmentation. Dans certaines conditions biologiques, le chimisme cellulaire aboutit à la formation de composés phénoliques incolores ou faiblement teintés, qui ne prennent, par conséquent, aucune part à la coloration des tissus dans lesquels ils sont localisés ; mais lorsque, dans ces tissus, des composés sucrés solubles s'accumulent en quantité notable, les processus d'oxydation deviennent plus actifs, et les phénomènes de synthèse qui ont lieu dans ces régions aboutissent à la formation de composés phénoliques un peu différents de ceux qui se constituaient dans les conditions précédentes ; ces nouveaux composés phénoliques présentent, entre autres caractères, une vive coloration rouge, violette ou bleue ; ce sont eux qu'on désigne sous le nom d'anthocyanes.

Les pigments anthocyaniques se constitueraient donc, au moins en partie, de toutes pièces, et ne résulteraient pas de la simple oxydation de corps préexistants.

Tout récemment, Viktor Grafe [1] vient de présenter à l'Académie des Sciences de Vienne un important Mémoire, relatif à la question de l'anthocyane.

Grafe a entrepris des recherches dans une voie tout à fait différente de celle que j'ai adoptée pendant ces dernières années ; il est intéressant de constater qu'il a obtenu, dans ces conditions, des résultats qui le conduisent à adopter la théorie que j'ai émise en 1909 et confirmée en 1910.

La conclusion générale par laquelle Grafe termine son Mémoire est la suivante : « Il ne doit pas exister de chromogène propre à l'anthocyane, susceptible d'être désigné sous le nom de *protanthocyane ;* les résultats des recherches relatives aux analyses de gaz faites par R. Combes, au cours de

---

(1) VIKTOR GRAFE, *Studien über das Anthokian* (III) (*Sitzungsberichte der kais. Akad. in Wien.*, Bd. CXX, 1911).

la formation et de la disparition de l'anthocyane, se trouvent en bon accord avec les résultats des analyses chimiques [1]. »

Le composé cristallisé en aiguilles brun clair, que j'ai isolé dans les recherches dont je donne les premiers résultats dans la présente Note, semble devoir être classé dans le groupe des composés phénoliques faiblement colorés, auquel je faisais allusion dans la première partie de mon hypothèse. Le composé cristallisé en aiguilles pourpres semble bien appartenir au groupe des composés phénoliques doués d'une vive coloration, c'est-à-dire au groupe des pigments anthocyaniques, auquel je faisais allusion dans la seconde partie de cette même hypothèse.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse physique du sol.* Note de M. J. **Dumont**, présentée par M. L. Maquenne.

Nous avons déjà montré, dans une précédente Communication [2], que les particules sableuses extraites du sol par simple lévigation sont le plus souvent recouvertes d'un *enduit humo-argileux* de constitution assez complexe. Dans les terres fortes, compactes, où abondent les éléments colloïdaux, la présence de ces *enduits de revêtement* peut fausser les résultats analytiques. Si l'on veut obtenir des dosages plus exacts ou plus concordants, il faut au préalable, avant toute préparation, dégrader les enduits par un décapage à l'acide oxalique étendu. D'autre part, nous avons reconnu que la séparation des *matières limoneuses* et des *matières argileuses* s'effectuait toujours avec plus de rapidité et de façon plus parfaite au moyen de la centrifugation. Ces diverses considérations nous ont amené tout naturellement à rechercher une nouvelle méthode d'analyse physique des terres arables comportant les opérations suivantes :

1° Dosage du calcaire et décapage de la terre fine par l'acide oxalique;

---

(1) Peut-être même Grafe est-il un peu trop absolu en n'admettant pas la possibilité d'une production d'anthocyane, au moins en petite quantité, à partir des composés phénoliques préexistants. Je crois que la restriction que j'introduisais dans mon hypothèse en 1909, et que je confirmais en 1910, doit être conservée : il est probable que, lorsque les conditions nécessaires à la formation de l'anthocyane sont réunies dans la cellule, les composés phénoliques peu colorés qui préexistent, se trouvant dans un milieu favorable à cette formation, sont eux-mêmes modifiés et transformés en pigments rouges, au moins en partie.

(2) *Comptes rendus*, t. **149**.

2° Dissolution des matières humiques et séparation des sables par sédimentation;

3° Séparation des composants limoneux et colloïdaux par centrifugation;

4° Dosage des colloïdes minéraux et des composés humiques.

a. Dosage de carbonates et décapage de la terre fine. — Suivant la richesse présumée du sol en calcaire ou en humus, on pèse 2^g à 5^g de terre fine sèche pour procéder au dosage de l'acide carbonique, au moyen du calcimètre, en employant une quantité d'acide oxalique sensiblement égale au poids de la matière attaquée. Après avoir noté le volume de gaz carbonique dégagé, on exprime le résultat en calcaire et l'on détermine par le calcul la fraction d'acide oxalique libre pour connaître approximativement la proportion d'eau qu'il faudra ajouter pour obtenir une solution acide à 2 pour 100. Le volume de liquide devra être suffisant pour transvaser la terre dans la capsule où va se faire l'opération de décapage (100^{cm^3} à 250^{cm^3} suivant la quantité de matière et d'acide employés). Cela fait, on porte le tout à l'ébullition et l'on continue l'attaque au bain de sable pendant une demi-heure environ. On reçoit ensuite le résidu sur un petit filtre et on le lave successivement à l'eau azotique (pour dissoudre l'oxalate calcique) puis à l'eau distillée bouillante; au besoin, le liquide filtré pourrait servir au dosage de la chaux et des matières solubles dans la solution oxalique.

b. Dissolution des matières humiques et séparation des sables. — Le résidu terreux, détaché du filtre, est recueilli dans une capsule. Dans cette opération, nous utilisons un jet d'eau ammoniacale, mais en ayant soin d'employer une quantité de liquide n'excédant pas 75^{cm^3} à 80^{cm^3}, on ajoute ensuite 20^{cm^3} d'ammoniaque, on porte à l'ébullition pour faciliter la dissolution de l'acide humique et l'on transvase le tout dans une éprouvette jaugée. Le volume du liquide étant complet jusqu'au trait supérieur (tracé à $0^m,15$), il faut boucher le récipient, agiter la masse et abandonner au repos pendant 2 heures (si l'on veut séparer simplement les matériaux sableux et sablonneux), ou pendant 14 heures (si l'on veut isoler les limons par sédimentation). Pour gagner du temps et abréger les opérations, nous préférons employer le centrifugeur à la séparation des matières limoneuses. Dans ce cas, on décante soigneusement le liquide après un repos de 2 heures. Le résidu sableux est remis en suspension dans de l'eau légèrement ammoniacale (toujours sous la même épaisseur de $0^m,15$) et l'on procède au dosage du *sable grossier* en recueillant le dépôt formé après cinq minutes. On détermine ensuite, identiquement, la proportion de sable en séparant le dernier dépôt après clarification. Dans tous les cas, les résidus sont desséchés à l'étuve et pesés avant et après incinération.

c. Séparation des composants limoneux et colloïdaux. — Le liquide provenant de la première décantation est généralement coloré par de l'humate ammoniacal; il contient en suspension des *colloïdes minéraux* (argile) et les *composants limoneux*, qui doivent être séparés par centrifugation. A cet effet, nous les transvasons dans des tubes spéciaux, s'adaptant au Gerber, qui sont fermés à la partie inférieure au moyen d'une petite coupelle en verre rodé ou en métal inattaquable par l'ammoniaque. Ce dispositif permet de recueillir facilement les dépôts et de les sécher ensuite sans autre manipulation pouvant causer des pertes sensibles. A la vitesse de 800 tours, une cen-

trifugation de 10 minutes suffit pour séparer le limon moyen que nous appellerons *prolimon* ou *isolimon*; il faut ordinairement centrifuger une dizaine de minutes pour bien isoler le surlimon. Dans la pratique courante, nous nous arrêtons au dosage global des matières limoneuses en centrifugeant une quinzaine de minutes à une vitesse moyenne de 1000 ou 1200 tours par minute. Ces opérations n'offrent aucune difficulté; on peut les recommencer plusieurs fois, si les colloïdes sont très abondants, en remettant les matières limoneuses en suspension dans de l'eau ammoniacale.

d. Dosage des colloïdes minéraux et humiques. — Pendant la centrifugation, les composés argileux et colloïdaux restent en suspension dans la solution d'humate ammoniacal; on les coagule facilement au moyen du carbonate d'ammoniaque et l'on peut rassembler le coagulum en centrifugeant le liquide une dernière fois. Les matières se déposent ou se rassemblent dans la coupelle et il n'y a plus qu'à les sécher après décantation. On les pèsera avant et après incinération s'il y a lieu. Les liquides restants sont ensuite évaporés à sec au bain-marie, dans des capsules tarées; le poids de l'extrait correspond à la matière noire ou composés humiques. Par incinération, on y déterminerait la proportion des cendres.

Des recherches comparatives nous permettent d'affirmer que cette nouvelle méthode d'analyse offre de très nombreux avantages. Elle permet en effet d'exécuter en une demi-journée, et avec une très grande exactitude, la séparation complète des composants essentiels du sol, ce qui demandait plusieurs jours avec les anciens procédés. Elle réalise enfin un isolement aussi parfait que possible du limon, du surlimon et des colloïdes minéraux.

Ainsi, la matière argileuse séparée par les procédés ordinaires abandonne toujours une proportion appréciable de surlimon quand on la passe au centrifugeur. Il en résulte évidemment que cette substance (argile brute) consiste en un mélange de matières surlimoneuses et de matières colloïdales. La seule objection qu'on puisse soulever est relative au dosage du calcaire sableux : nous dosons, en effet, le carbonate de chaux sur l'ensemble de la terre fine, alors qu'il serait parfois nécessaire de connaître la proportion de ce corps existant à l'état de *calcaire grossier* et de *calcaire limoneux*; mais cela n'infirme en rien la valeur de notre méthode, étant donnée la possibilité de faire une séparation préalable des sables, avant leur décapage, pour y doser respectivement le carbonate calcique sous ses différents états particulaires.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la digestion de la caséine.*
Note de M. **Louis Gaucher**, présentée par M. Guignard.

Dans une précédente Note (séance du 4 janvier 1909) j'ai montré que, chez le chien, la caséine du lait franchit l'estomac sans y être peptonisée.

C'est seulement dans l'intestin que s'effectue la digestion. Je m'étais servi, pour ces expériences, de chiens porteurs d'une fistule, à la sortie de l'estomac.

J'ai été assez heureux de pouvoir répéter ces expériences sur l'homme. Il s'agit d'un enfant de 14 ans chez qui une fistule avait été pratiquée momentanément en vue d'une opération ultérieure. La fistule se trouvait, non pas dans le duodénum, mais au début du jéjunum.

Le lait donné à l'enfant sortant en partie par cet orifice, il était facile de le recueillir et de suivre toutes les phases de la digestion.

Plusieurs expériences effectuées dans ce sens m'ont permis de faire les constatations suivantes :

Le lait arrive dans le jéjunum 20 minutes environ après qu'il a été absorbé. Il s'écoule tout d'abord à l'état naturel, puis, après quelques minutes, sous forme de petit lait mêlé à de gros caillots de caséine. 40 minutes après l'ingestion, les caillots deviennent de plus en plus petits et le liquide ne tarde pas à être homogène. A ce moment, il tient en suspension des particules de caséine que l'estomac a d'abord coagulée, puis broyée finement. De plus, le liquide, blanc jusque-là, est maintenant coloré en jaune par la bile qui vient de faire son apparition et continuera à s'écouler abondamment, pour entraîner les dernières gouttes de lait.

Ce sont donc bien là les trois phases que j'ai déjà décrites dans la digestion du lait chez le chien :

La première, caractérisée par l'écoulement du lait à l'état naturel, après la traversée de l'estomac ;

La seconde, par la présence de gros caillots de caséine mêlés au petit lait ;

La troisième, par l'écoulement d'un liquide coloré en jaune par la bile et tenant en suspension de fines particules de caséine.

Les expériences effectuées chez l'homme conduisent donc à des conclusions semblables à celles que j'ai déjà formulées :

1° Le lait arrivant dans l'estomac n'y est coagulé qu'un moment après, lorsque le suc gastrique a été sécrété. Une partie franchit donc l'estomac à l'état liquide. Le restant s'y coagule, et les caillots formés sont peu à peu broyés par les contractions de cet organe et réduits finalement en particules très ténues. C'est là, semble-t-il, l'unique rôle de l'estomac. En tout cas, la peptonisation n'a lieu que dans l'intestin et ne s'effectue même qu'après le duodénum.

2° La coagulation du lait dans l'estomac n'est pas nécessaire à sa digestion ; elle paraît même n'être qu'accidentelle, puisqu'une partie seulement du lait s'y coagule. Loin d'être utile, ce phénomène peut, au contraire, nuire à la digestion quand l'estomac n'est pas capable d'effectuer le travail de broyage qui lui incombe.

MORPHOLOGIE DYNAMIQUE. — *La surface alaire, les poids des muscles pectoraux et le régime alimentaire chez les Oiseaux carinates.* Note de MM. F. **Houssay** et A. **Magnan**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans les calculs relatifs aux aéroplanes, on considère le rapport de la surface portante au poids à soulever. Pour des comparaisons étendues entre oiseaux de tailles très diverses, on ne peut utiliser ce rapport qui, contenant une dimension linéaire de l'animal, conduirait, par ce fait seul, à conclure que les plus gros oiseaux sont les moins bien doués pour le vol et cela est manifestement inexact. Sans vouloir faire ici une bibliographie complète, disons cependant que Hartings fut mieux inspiré en étudiant le rapport de la racine carrée de la surface alaire à la racine cubique du poids ; ce rapport lui parut constant. MM. Richet trouvèrent au contraire que le rapport varie de 3,5 à 6.

Nous avons abordé cet intéressant problème de forme d'une façon différente en comparant, chez de nombreux oiseaux, la surface alaire *relative* et le poids *relatif* des muscles pectoraux, signe de la puissance motrice usuelle.

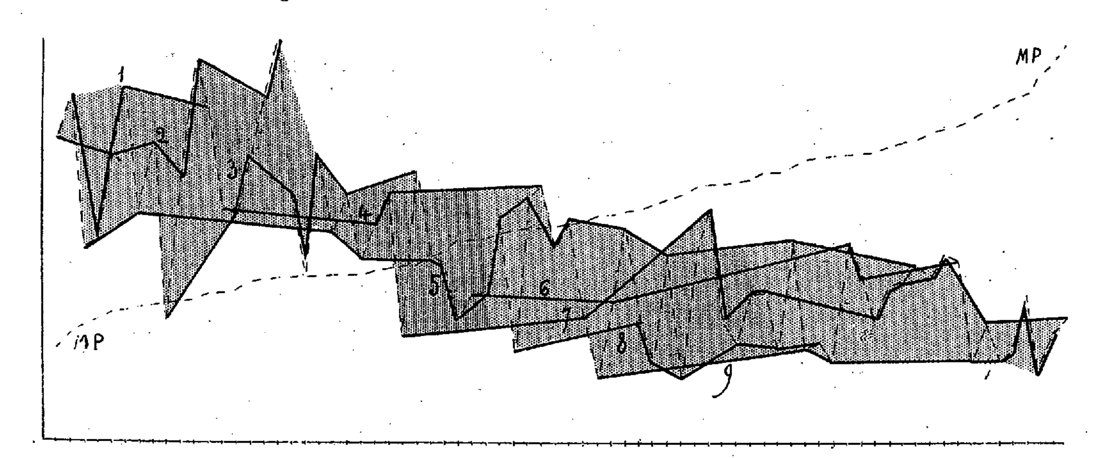
Disons tout de suite que ces muscles, abaisseurs de l'aile, sont toujours de 8 à 15 fois plus pesants que les muscles releveurs ; d'où cette conclusion que l'animal travaille pour abaisser une aile qui se relève presque seule.

Nous appelons *surface alaire relative* le rapport de la surface alaire, mesurée directement en centimètres carrés, à la surface totale calculée par l'expression empirique $k\sqrt[3]{P^2}$ (P étant exprimé en grammes), et *poids relatif des pectoraux* le rapport du poids de ces muscles au poids total P. Dans nos comparaisons la taille de l'animal est complètement et correctement éliminée.

Nous avons effectué nos mesures sur 206 oiseaux répartis en 70 espèces ; dans chaque espèce, contenant plusieurs individus, nous avons pris la moyenne des mesures. Cela étant, rangeons nos espèces en une série telle que le poids relatif des pectoraux y soit croissant, sans nous préoccuper d'aucune autre considération ; puis sur un axe horizontal marquons autant de points équidistants que nous avons d'espèces ; chaque point représentera une espèce désormais placée. Élevons autant d'ordonnées que nous avons d'abscisses et sur chacune portons deux longueurs proportionnelles : 1° au

poids relatif des pectoraux; 2° à la surface alaire relative afférente à l'espèce dont il s'agit. Joignons ensemble tous les points obtenus pour les pectoraux, ensemble tous ceux obtenus pour les surfaces alaires.

La première ligne MP est, par construction, régulièrement ascendante; la seconde est très oscillante, mais les oscillations sont toutes contenues dans une *bande* grisée sur le dessin, manifestement descendante.



D'où il apparaît que la surface portante et la puissance motrice varient en sens inverse.

Notons qu'il ne s'agit pas de faibles écarts sur lesquels il serait dangereux de spéculer. Le poids relatif des muscles pectoraux varie de 85,5 à 306, c'est-à-dire au moins du simple au triple; la surface alaire varie de 6,5 à 30,5 soit du simple au quintuple.

Telle qu'elle se présente, la loi est encore à peine dégrossie; les oscillations de détail indiquent évidemment qu'elle n'est pas seule en jeu et que d'autres conditions viennent troubler son effet, tout de même apparent.

Nous nous sommes d'abord demandé si le régime alimentaire qui influe sur la quantité de plumes, comme l'a montré de la Riboisière, ne pouvait pas aussi influer sur la qualité de celles-ci, élasticité, dureté, etc., et par là intervenir dans la valeur de la surface portante, déranger la précision de son rapport avec la puissance motrice et produire les oscillations accessoires de la courbe figurant la surface alaire. Or, cherchons, sur cette courbe de la surface alaire, tous les points relatifs à des espèces de même régime. Quand nous les aurons trouvés et repérés, joignons-les par un nouveau trait (tracés épais de notre graphique). Nous obtenons ainsi 9 lignes : 1° Rapaces nocturnes; 2° Rapaces diurnes; 3° Piscivores;

4° Omnivores corvidés; 5° Insectivores; 6° Granivores insectivores; 7° Petits échassiers; 8° Palmipèdes herbivores; 9° Granivores.

Malgré qu'il reste encore quelques pointements exceptionnels, ces lignes décomposent avec une régularité satisfaisante notre bande descendante en une série de strates, progressivement décalés vers le bas et vers la droite. Donc le régime alimentaire joue son rôle dans les phénomènes du vol chez les oiseaux et nous sommes conduits avec une continuité évidente des carnivores aux granivores en même temps que des planeurs aux rameurs.

Désirant pénétrer beaucoup plus profondément le sujet nous bornons aujourd'hui notre exposé à ces quelques faits.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence de la constitution chimique sur la toxicité des nitriles et des amides.* Note de M. **A. Desgrez**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai montré, dans une précédente Note [1], que les acétylènes cyanés, récemment découverts par MM. Moureu et Bongrand, présentent une toxicité très supérieure à celle du nitrile acétique. Il m'a paru dès lors intéressant de déterminer, d'une manière plus générale, dans quel sens la toxicité des nitriles se trouve modifiée par le caractère de saturation plus ou moins complète de leur molécule. Les recherches que j'ai effectuées par voie intraveineuse chez le lapin et par voie sous-cutanée chez le cobaye ont porté sur trois séries de nitriles: des nitriles acétyléniques (outre le cyanacétylène déjà étudié, j'ai essayé les composés amyl-, hexyl- et phénylpropioliques); des nitriles éthyléniques (acrylique, crotonique et cinnamique); des nitriles saturés (acétique, propionique, butyrique et caproïque).

Quelques-unes de ces déterminations présentent une difficulté tenant à la très faible solubilité dans l'eau d'un certain nombre de ces nitriles. C'est ainsi que plusieurs n'ont pu être essayés qu'en solution renfermant 14 pour 100 d'alcool, de sorte que les déterminations ainsi effectuées donnent des toxicités supérieures à leurs véritables valeurs et ne sont utilisables qu'au point de vue de la comparaison que je me suis proposé d'établir. Dans un certain nombre de cas, on a eu recours à la dissolution dans l'huile d'olive lorsqu'il s'est agi d'injections hypodermiques. Ces indications étaient nécessaires pour montrer que mes comparaisons ne sont valables qu'entre nitriles dissous dans un même véhicule. D'autre part, tandis que, pour les injections intraveineuses, je me suis pro-

---

(1) *Comptes rendus*, t. 152, p. 1707.

posé, suivant la méthode de M. Ch. Bouchard, d'obtenir la mort en un temps voisin de 10 minutes, j'ai dû me borner, pour les injections hypodermiques, à déterminer la mort en un temps quelquefois assez variable, mais, en général, voisin de 12 heures. Le titre des solutions aqueuses et hydroalcooliques a varié, suivant les solubilités, entre 0,15 et 0,40 pour 100, et celui des solutions huileuses entre 0,60 et 1 pour 100. Le Tableau suivant indique, pour chaque corps, les résultats moyens de deux ou trois déterminations rapportés au kilogramme d'animal; le chiffre supérieur donne la toxicité par voie intraveineuse (lapin) et le chiffre inférieur la toxicité par voie hypodermique (cobaye) :

NITRILES.

I. — Acétyléniques.		II. — Éthyléniques.		III. — Saturés.	
»		»		Acétique CH^3-CN (sol. aq.)	$2^g,65$ »
Cyanacétylène $H-C\equiv C-CN$ (sol. aq.)	$0^g,0147$ $0^g,048$	Acrylique $CH^2=CH-CN$ (sol. aq.)	$0^g,085$ $0^g,110$	Propionique CH^3-CH^2-CN (sol. aq.)	$1^g,08$ »
»		Crotonique $CH^3-CH=CH-CN$	$0^g,06$ (sol. hydroalcool.) $0^g,23$ (sol. huil.)	Butyrique $CH^3-CH^2-CH^2-CN$	$0^g,98$ (sol. aq.) $0^g,10$ (sol. hydroalcool. inj. intravein.)
»		»		Caproïque $CH^3-(CH^2)^4-CN$	$0^g,042$ (sol. hydroalcool.) $0^g,31$ (sol. huil.)
Phénylpropiolique $C^6H^5-C\equiv C-CN$	$0^g,010$ (sol. hydroalcool.) $0^g,11$ (sol. huil.)	Cinnamique $C^6H^5-CH=CH-CN$	$0^g,034$ (1) (sol. hydroalcool.) $0^g,13$ (sol. huil.)	Hydrocinnamique $C^6H^5-CH^2-CH^2-CN$	$0^g,039$ (sol. hydroalcool.) $0^g,15$ (sol. huil.)
Amylpropiolique $C^5H^{11}-C\equiv C-CN$	» $0^g,19$ (sol. huil.)	»		»	
Hexylpropiolique $C^6H^{13}-C\equiv C-CN$	» $0^g,14$ (sol. huil.)	»		»	

(1) M. E. Fiquet a trouvé $0^g,028$ (*Comptes rendus*, t. 130, p. 942).

Les deux nitriles amyl- et hexylpropioliques n'ont pas été essayés par voie intraveineuse en raison de leur insolubilité presque totale dans le mélange hydroalcoolique.

Les déterminations consignées dans le Tableau précédent établissent que les nitriles non saturés sont plus toxiques que les nitriles saturés contenant le même nombre d'atomes de carbone. Dans la série des nitriles non saturés, les acétyléniques présentent une toxicité plus grande que les éthyléniques. On remarquera que les nitriles saturés sont, ainsi que M. A. Gautier l'a observé le premier, relativement peu toxiques. Lorsque les nitriles renferment le groupement aromatique C^6H^5, la différence de toxicité est moins accentuée que dans la série grasse entre les trois séries de nitriles. A un autre point de vue, mes déterminations confirment la démonstration déjà faite par MM. Heymans et Masoin de l'augmentation de la toxicité avec le poids moléculaire. Enfin, quand la comparaison porte sur des nitriles de poids moléculaire à peu près égal, ce sont les nitriles aromatiques qui se montrent le plus toxiques.

La toxicité plus élevée des nitriles non saturés pourrait s'expliquer en admettant la formation, dans l'économie, d'un nitrile à fonction alcool en position α qui est, ainsi que l'a montré M. Verbrugge, plus toxique que le nitrile correspondant à fonction simple. On sait d'ailleurs qu'un tel nitrile à fonction alcool secondaire, comme le nitrile lactique, perd facilement une molécule d'acide cyanhydrique. Mais, avant d'adopter cette hypothèse, j'ai cru devoir rechercher si la toxicité de ces corps ne dépend pas surtout de leur caractère de non saturation. Dans ce but, j'ai déterminé la toxicité des amides correspondant à quelques-uns des nitriles précédents. L'injection intraveineuse des solutions hydroalcooliques a donné les résultats suivants qui, comme dans le cas des nitriles injectés en même solution, ne sont que proportionnels aux toxicités vraies de ces amides :

	Toxicité.
Acrylamide $CH^2 = CH - CONH^2$	0,19 g
Amide cinnamique $C^6H^5 - CH = CH - CONH^2$	0,062
Amide amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv C - CONH^2$	0,036
Propionamide $CH^3 - CH^2 - CONH^2$	0,23
Amide hydrocinnamique $C^6H^5 - CH^2 - CH^2 - CONH^2$	0,09
Amide hexylpropiolique $C^6H^{13} C \equiv C - CONH^2$	0,029

Quelques injections sous-cutanées des solutions huileuses, faites comme contrôle, ont donné des résultats de même sens.

Le caractère de non saturation augmente donc la toxicité des amides

comme celle des nitriles et il n'est, dès lors, pas nécessaire, pour expliquer la plus grande toxicité des nitriles non saturés, de supposer qu'ils fixent d'abord de l'eau et perdent ensuite une molécule d'acide cyanhydrique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Considérations nouvelles sur la maladie de l'amertume des vins dans ses rapports avec la fermentation acrylique de la glycérine.* Note [1] de M. E. **Voisenet**, présentée par M. Armand Gautier.

Dans de précédentes Notes [2], j'ai mis en évidence la coexistence de l'acroléine et du ferment de Pasteur dans les vins devenus ou en voie de devenir amers, et j'ai montré que cette aldéhyde résulte d'une fermentation déshydratante de la glycérine.

L'acroléine, ainsi formée, subit plus ou moins rapidement, selon les conditions du milieu, nombre de métamorphoses : les unes, tenant à son caractère essentiel d'aldéhyde, telles que, acidification, polymérisation, acétalisation, résinification, union à la matière colorante; les autres, dues à son altérabilité en solution aqueuse avec formation d'acides volatils.

Ces destinées de l'acroléine aboutissent à une grande disproportion entre la quantité de glycérine transformée par le travail microbien et celle de l'aldéhyde présente dans le vin. Même lorsque la maladie est ancienne, la proportion de glycérine consommée peut être inférieure à la moitié de la quantité primitivement contenue dans le vin sain : le dosage de cet élément, dans un vin très amer et dans le même vin conservé dans une cave différente et non altéré, m'a donné les résultats suivants :

Analyse. Mai 1911.	Glycérine par litre.
Vin sain. Récolte 1893	7g,65
Vin amer. Début de la maladie, 1902	3g,92

Dans les vins amers, l'acroléine existe vraisemblablement en grande partie à l'état d'acétal éthylique; car, la distillation d'un tel vin, même acidulé par un acide minéral, donne un produit beaucoup moins irritant que celui d'un liquide de culture artificielle, à teneur égale en acroléine, estimée par le réactif protéique acide : c'est aussi probablement cet acétal qui communique une odeur spéciale aux vins amers.

La résinification de l'acroléine libre, polymérisée ou acétalisée, s'opère facilement : l'air modifie par oxydation les propriétés de la substance en voie de métamorphose.

---

(1) Présentée dans la séance du 23 octobre 1911.

(2) *Comptes rendus*, t. **150**, 1910, p. 1614; t. **151**, 1910, p. 518; t. **153**, 1911, p. 363.

Cette transformation s'effectue en liqueur acide, ou sous l'action de sels minéraux dissous, voire même au sein de l'eau distillée : ainsi, les solutions de cette aldéhyde jaunissent en présence de la crème de tartre, et cette coloration se produit aussi dans les liquides de culture. Le ferment de l'amer lui-même paraît faciliter cette résinification.

En chauffant au bain-marie des solutions très faibles d'acroléine, même à $\frac{1}{50000}$, en milieu purement aqueux ou additionné de crème de tartre, on observe la production rapide d'une coloration jaune ; l'aldéhyde acétique reste intacte dans les mêmes conditions. En augmentant la dose d'acroléine on peut préparer une quantité suffisante de résine pour en permettre l'étude. Comme les précédentes, les liqueurs jaunes ont une saveur douceâtre ; après évaporation et purification, on obtient un produit sirupeux orangé, soluble dans l'eau acidulée ou alcoolisée, dans le chloroforme, peu soluble dans l'acétone, insoluble dans l'éther : sa saveur est très amère ; une trace dissoute dans un vin franc de goût lui communique l'amertume caractéristique des vins atteints de la maladie de ce nom. De plus, les solutions dans l'eau acidulée et alcoolisée, primitivement limpides, jaunes et amères, soumises à l'action d'un courant d'air ou d'oxygène, se troublent, déposent à la longue, tandis que le liquide perd de sa couleur et n'offre plus de saveur nettement amère : le dépôt lui-même est insipide.

Comme aldéhyde, l'acroléine se combine avec la matière colorante en donnant rapidement une laque plus ou moins soluble, suivant la nature du vin, sa composition et la température : il est probable que cet autre composé à origine d'acroléine, formé de constituants très oxydables, subit avec le temps une altération de l'ordre des précédentes et contribue aussi à la production du goût amer.

Tous ces faits s'accordent bien avec la description des caractères organoleptiques de Vergnette-Lamothe et les observations microscopiques de Pasteur relativement à la maladie de l'amertume :

« Odeur *sui generis*, couleur moins vive, jaunissement, précipitation de la matière colorante ; goût d'abord fade, vin qui *doucine*, puis saveur amère : nodosités incrustant les filaments du bacille, dissoutes par l'alcool et les acides avec coloration orangée. »

Ces incrustations sont vraisemblablement dues au dépôt sur les articles, de la matière colorante coagulée par l'acroléine avec entraînement de substances résinoïdes. Enfin, conjointement à ce revêtement du bacille, qui paralyse son développement dans un milieu dont la composition est devenue aussi très défavorable à sa vitalité, l'altération de la résine, conduisant à un produit insoluble et dénué d'amertume, rend également compte de cette autre observation de Pasteur, concernant l'amélioration au moins relative de certains vins primitivement très malades.

L'acroléine et surtout ses acétals suffisent à communiquer aux vins, où végète le ferment de l'amer, le goût du début de la maladie.

En ajoutant à un vin sain une trace d'acétal éthylacrylique, on lui imprime une saveur, d'abord fade, puis légèrement piquante. Un vin de Gamay m'a offert un exemple

remarquable de cette observation : à mon premier examen, ce vin, présentant une culture de bacille abondante et jeune, n'était pas encore amer et contenait 180^{mg} d'acroléine par litre ; sa dégustation me permit d'y reconnaître la présence de cette aldéhyde avant tout examen microscopique ou chimique : ce vin n'est devenu amer qu'un an après cet essai, et l'acroléine y figurait encore à la dose de 140^{mg} par litre.

En résumé : la fermentation acrylique de la glycérine est au moins l'un des procès essentiels que subit le vin, quand il tourne à l'amer; et ses produits immédiats ou secondaires suffisent à expliquer les phénomènes d'observation directe, au cours de la maladie.

Cette conclusion dégagée des études précédentes relie étroitement la cause et l'effet le plus saillant, le ferment et la saveur, et vient à l'encontre d'idées émises par Wortmann, qui réfute l'opinion de Pasteur et attribue la cause de la maladie, hypothétiquement d'ailleurs, à l'action de champignons divers, dont les diastases oxydantes attaqueraient les matières tanniques et colorantes en les transformant en substances amères.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Contribution à l'étude chimique et physiologique de la glande hépatique des bovidés.* Note de MM. **A. Daniel-Brunet** et **C. Rolland**, présentée par M. Armand Gautier.

La glande hépatique des bovidés n'a été jusqu'ici étudiée qu'accessoirement, les recherches des auteurs portant surtout sur les foies et les biles d'hommes, de chiens, de rongeurs.

Pour ne parler que des seuls bovidés, nous n'avons trouvé dans nos recherches bibliographiques que de rares chiffres se rapportant seulement à deux ou trois composants de leur bile ou de leur foie. Certains se rapportent à des éléments si peu précis, tels que *mucus*, que nous n'avons pas cru devoir les signaler ici. Nous avons déterminé nous-mêmes toutes les données suivantes, et nos modes opératoires nous permettent d'affirmer la constance des résultats obtenus. Nos chiffres d'extraits, cendres, glycogène, etc., sont rapportés à 1000^{g} de substance fraîche :

I. — Bile.				Berzélius.	Joung.	Wiedenbusch.
Contenu des vésicules	395^{cm^3}	à	630^{cm^3}	»	»	»
Densité à +17°	1024	à	1027	»	»	»
Extrait dans le vide	90,30	à	90,50	»	»	»
Extrait à 100°	88,50	à	92,50	95,60	»	»
Extrait à 110°	86,80	à	89,60	»	»	»

I. — Bile.		Berzélius.	Joung.	Wiedenbusch.
Cendres	12,50 à 14,30	»	»	»
Chlorures en NaCl	2,38 à 2,68	»	»	3,6
Phosphates en P^2O^5	1,31 à 1,58	»	»	»
Azote total	2,3 à 2,5	»	»	»
Fer	0,016 à 0,018	»	0,045	0,18
Résidus gras	27,80 à 28,80	»	»	»
Sels biliaires (taurochol. et glycochol. de soude)	15,30 à 15,80	»	»	»
Nucléoprotéide biliaire	1,15 à 2,25	»	»	»
Lipoïdes	1,100 à 2,130	»	»	»
Soit :				
Cholestérines	0,410 à 0,813	»	»	»
Lécithines et savons neutres	0,690 à 1,317	»	»	»

II. — Foie.		Bibra.		
Eau	689 à 755,20	713,9	»	»
Cendres (exemptes de C)	16,20 à 20,49	»	»	»
Glycogène	28,80 à 83,40	62,50	»	»
Urée	0,615 à 0,683	»	»	»
Phosphates en P^2O^5	2,90 à 3,48	»	»	»
Chlorures en NaCl	1,95 à 2,86	»	»	»

Les matières organiques sont très longues à détruire ; elles présentent la même résistance que les matières organiques du sang.

Les chlorures ont été dosés par la méthode Volhard, les phosphates par le sel d'urane, le fer colorimétriquement (Lapicque).

Il nous a été impossible de doser la bilirubine ou la biliverdine.

Les procédés qui nous permettent de séparer les cholestérines des lécithines sont de deux sortes :

1° Procédé par saponification ;
2° Emploi de l'alcool à 95° et de l'acétone.

Le glycogène a été dosé par saccharification (¹). Nous avons indiqué les chiffres extrêmes ; dans le plus grand nombre des cas étudiés, la teneur en glycogène était de 70 à 80 pour 1000.

(¹) M. A. Gautier a toutefois fait observer que ce procédé donne toujours des chiffres trop élevés (voir *Comptes rendus*, t. 129, p. 701).

	Nombre d'expériences.
Bile................................	49
Foie................................	21

Ces chiffres donnent les quantités rapportées au kilogramme.

Pour le dosage de l'urée, nous avons traité le foie par l'alcool à 1 pour 1000 d'acide acétique; concentration au vide; reprise par l'eau bouillante.

En marge de cette étude, de Chimie physiologique, nous tenons à faire la remarque suivante :

Le contenu des vésicules biliaires prélevés sur des animaux dans les abattoirs de Paris présente un aspect généralement verdâtre ; nous avons cependant remarqué la couleur rougeâtre de beaucoup d'entre elles; ceci nous a amenés à supposer un état fébrile chez les animaux et à prendre leur température avant leur entrée dans les échaudoirs. Un examen répété sur un grand nombre de sujets nous a fait constater, en effet, que la température dans le plus grand nombre des cas était plus élevée que la normale. Alors que cette température doit varier entre 38° et 38°,5 il est rare qu'elle soit inférieure à 38°,7 et atteint fréquemment 39° et parfois 39°,2, 39°,3.

Quelle que soit la raison de cet état fébrile qui doit certainement provenir du changement d'existence et du jeûne prolongé, il y a là matière à retenir l'attention au point de vue de la santé et de l'hygiène publiques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la chlorose expérimentale du maïs.* Note de M. P. Mazé, présentée par M. A. Müntz.

Mes recherches sur la végétation du maïs en solution nutritive privée de microbes, m'ont donné l'occasion d'observer de nombreux cas de chlorose spontanée ou provoquée.

J'ai pu acquérir ainsi la certitude que la chlorose végétale ne définit pas un état pathologique. Elle est due à l'atténuation de l'activité chlorophyllienne, fonction très sensible aux influences les plus diverses: les conditions météorologiques défavorables, l'excès de substances minérales ou organiques solubles, l'invasion parasitaire, la privation de certains éléments minéraux produisent la chlorose du maïs.

Parmi ces causes, je n'envisagerai ici que la dernière, la seule qui présente un réel intérêt pratique.

Dans la solution suivante (I), où le maïs peut se développer jusqu'à la

maturation des graines, supprimons un des éléments comme Mg, Fe, S, Cl, etc., auxquels les praticiens accordent peu d'attention :

I.

Azotate d'ammonium.....	0,235 g	Chlorure de zinc.......	0,05 g
Phosphate bipotassique..	0,5	Silicate de potassium...	0,05
Sulfate de magnésium....	0,2	Chlorure de manganèse..	0,05
Sulfate ferreux..........	0,1	Carbonate de calcium...	2
Chlorure de calcium......	0,1	Eau distillée pure......	1000

Les solutions privées de soufre ou de fer sont les seules qui provoquent la chlorose du maïs ; la solution sans soufre est ainsi composée :

II.

Azotate d'ammonium.....	0,235 g	Azotate de zinc........	0,05 g
Phosphate bipotassique...	0,5	Azotate de manganèse..	0,05
Chlorure de magnésium...	0,15	Silicate de potassium...	0,05
Azotate ferreux..........	0,1	Carbonate de calcium...	2
Azotate de calcium.......	0,1	Eau distillée pure......	1000

La solution sans fer est la même que la solution I dans laquelle on supprime simplement le sulfate ferreux.

Les pieds de maïs placés dans ces solutions se développent pendant les quinze premiers jours, comme dans les solutions témoins ; les deux premières feuilles possèdent une couleur normale ; au bout de ce temps, la chlorose apparaît sur les feuilles suivantes dans la solution privée de soufre. Dans la solution sans fer, elle est plus tardive; elle débute par la base de la deuxième paire de feuilles et s'étend ensuite à toutes celles qui se forment ultérieurement. Les deux séries de plantes offrent alors un aspect identique ; elles demeurent chétives ; la tige reste grêle ; elle ne porte qu'un embryon d'épis mâles et pas d'épi femelle.

Le parenchyme des feuilles chlorotiques est très mince, presque transparent ; les conséquences de la chlorose ne se bornent donc pas à un simple phénomène de décoloration ; elles se traduisent encore par une insuffisance manifeste de la nutrition cellulaire.

A l'examen microscopique, on constate que les cellules renferment quelques rares chloroleucites vides d'amidon, à peine teintés de jaune.

Si l'on introduit dans la solution nutritive l'élément qui lui fait défaut, les feuilles reprennent, bien entendu, leur couleur verte et la plante toute sa vigueur.

Mais on peut montrer, d'une manière plus probante, que la chlorose est due à la privation de soufre ou de fer et non à une influence médiate de ces deux corps.

Pour cela, il suffit de déposer une gouttelette de solution de sulfate d'ammonium à 0,5 pour 1000 sur une feuille décolorée par privation de soufre, et de la laisser s'évaporer sur place. Trois jours après, la couleur verte est nettement apparente à l'endroit où se trouvait la goutte. La couleur s'accentue avec le temps et s'étend en tache d'huile aux cellules avoisinantes; mais elle n'envahit jamais une surface plus grande que trois à quatre fois celle de l'empreinte. La tache verte persiste jusqu'à la mort de la feuille.

Les mêmes résultats s'observent avec une solution d'azotate de fer, employée de la même manière pour traiter les feuilles rendues chlorotiques par privation de fer.

Si le traitement est fait à l'obscurité, la chlorophylle ne se forme pas.

On peut déduire de ces résultats les deux conclusions suivantes :

1° Le soufre ou le fer absorbés par les feuilles chlorotiques sont fixés par les cellules végétales et incorporées aux substances protoplasmiques, puisqu'ils ne circulent pas dans la sève;

2° Les quantités de soufre et de fer nécessaires à la plante ne sont pas négligeables si quelques cellules suffisent pour absorber et assimiler celles que renfermaient les gouttelettes déposées sur les feuilles.

On sait que la chlorose a été attribuée jusqu'ici, au manque de fer et le plus souvent l'expérience a justifié cette opinion, puisque la chlorose cède à un traitement ferrique. Mais on a toujours utilisé du sulfate de fer, de sorte qu'on doit se demander si l'on n'a pas, de cette manière, remédié plus souvent à la pénurie de soufre qu'à la disette de fer.

On sait aussi que le calcaire joue un rôle très sensible dans la chlorose de la vigne. Des pluies persistantes, survenant au printemps, peuvent provoquer la chlorose de la même plante, particulièrement dans les sols calcaires. L'action du calcaire s'explique par une absorption exagérée de bicarbonate de calcium, et ce qui le prouve, c'est que les tissus malades sont chargés de cristaux d'oxalate.

Cependant, le mal cède presque toujours à un traitement au sulfate de fer. Ce résultat ne s'accorde pas avec le rôle attribué au calcaire. Le traitement sulfo-ferrique se justifie au contraire par les faits que j'ai exposés. Mais ce n'est pas le fer qui fait le plus souvent défaut; c'est le soufre, car le calcaire insolubilise le fer et désulfurise la terre en raison de la solubilité non négligeable du sulfate de calcium.

Le verdissement de la vigne à la suite de traitements sulfo-cupriques, l'influence du plâtrage et des sulfatages sur les légumineuses, l'exaltation

du coloris des fleurs par le sulfate d'ammonium et les engrais organiques riches en soufre, s'expliquent de la même manière.

Mais, je le répète, la chlorose apparaît sous l'influence de causes multiples, et il est possible que la chaux en excès, en présence de soufre et de fer, puisse la produire; ce serait le cas des plantes calcifuges; mais il est vraisemblable que le soufre et le fer n'auraient aucune action sur cette chlorose. L'expérience tranchera, je l'espère, ces questions intéressantes.

La privation de chlore, de magnésium, de silicium, etc. ne produit pas de chlorose chez le maïs.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur les microbioïdes.* Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Henneguy.

Dans un Livre qui vient de paraître ([1]), l'auteur assimile mes *cultures minérales de microbioïdes du baryum* ([2]) aux Xénophyophores de F.-E. Schulze, c'est-à-dire à des Rhizopodes abyssaux : cette opinion lui est absolument personnelle et je désire qu'il ne se produise aucun malentendu au sujet de ce que j'ai publié sur les *microbioïdes* ([3]).

Je n'ai jamais prétendu, comme on l'a dit, que j'avais créé de la *vie*, d'abord parce que je ne sais pas où elle commence ni où elle finit, ni même si elle commence ou finit quelque part, ce que je ne crois pas cependant. Pour moi, elle se prolonge au delà de la cellule et même des parties organisées constituantes de celle-ci. Les colloïdes actifs auxquels elle doit la plus grande partie de son activité physiologique, les zymases montrent encore quelque chose de vivant. En effet, toutes ou à peu près toutes les influences qui agissent sur la substance vivante, dont elles sont issues, agissent semblablement sur elles. La luciférase, une fois formée par la cellule, n'a plus besoin d'elle pour fournir la lumière physiologique ([4]) qu'on a cru si longtemps résulter d'une mystérieuse activité vitale de la cellule. On peut en dire autant de l'alcoolase, de la purpurase, etc.

([1]) *L'Univers être vivant*, par le Dr Martin Kuckuck, de Saint-Pétersbourg, Ouvrage en français de 650 pages, avec 77 figures, chez Kündig, 11, Corratrie, Genève.

([2]) *Cultures minérales sur bouillon gélatineux* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LVI, 1904, p. 805).

([3]) *Remarque.* — J'ai substitué le mot *microbioïde* au mot *éobe*, parce que ce dernier avait été mal interprété.

([4]) Voir *Comptes rendus*, t. **153**, 1911, p. 690.

On sait aussi que certains colloïdes métalliques, tels que la *zymasoïde* du platine, possèdent plusieurs propriétés des véritables zymases. Enfin, comme tous les colloïdes, les ferments dits, à tort, *non figurés* le sont en réalité sous forme de granulations pouvant prendre la forme de *vacuolides*, éléments primordiaux dont dérivent les mitochondries et même les leucites.

Les microbioïdes aussi peuvent prendre à un moment donné la forme vacuolidaire. Voici en résumé ce que j'ai écrit à leur sujet :

1° Les *radiobes* de Butler Burke, de Cambridge, sont des microbioïdes du baryum que j'ai obtenus et signalés un an avant lui, en 1904, et dont j'ai présenté des photographies à la Société de Biologie ([1]). M. Burke a eu tort de leur donner le nom de *radiobes*, puisqu'on les obtient aussi bien par le chlorure ou le bromure de baryum qu'avec les composés mal définis dénommés chlorure ou bromure de baryum et de radium. Dans un cas comme dans l'autre, on n'obtient jamais qu'une seule espèce de microbioïdes, ce qui prouverait que le radium n'en produit pas, à moins que l'on admette que le radium soit un état allotropique du baryum retournant à l'état inactif dans les milieux colloïdaux. Ce qui est expérimentalement prouvé, c'est que le sel le plus lumineux de baryum et de radium cesse de briller après avoir fourni des microbioïdes.

L'explication proposée par Ramsay de la formation des radiobes de Burke est donc également inacceptable.

2° D'une parcelle de chlorure de baryum déposée à la surface d'un gel organique (gélatine ou agar-agar) partent aussitôt une innombrable quantité de corpuscules agités d'un mouvement non brownien, mais tourbillonnaire : elle peut en fournir, en surface, en quelques minutes jusqu'à 122500 et l'on en peut compter jusqu'à 6500 au compte-globule par millimètre carré. Ils peuvent s'éloigner de 5^{mm} de leur point de formation, soit en surface, soit en profondeur : cette désagrégation d'un cristalloïde en présence d'un colloïde doit donc être accompagnée d'une libération considérable d'énergie.

3° D'abord très petits, ces corpuscules grossissent jusqu'à atteindre en moyenne un diamètre de 5^{μ} en 40 minutes, puis leur croissance s'arrête comme chez les cellules ou chez les organismes adultes.

4° On en trouve qui paraissent avoir subi une véritable segmentation en 3, 4 segments et plus jusqu'à prendre l'aspect *morula*. On peut se demander, il est vrai, si ce ne sont pas des corpuscules formés autour de centres d'attraction rapprochés, qui se sont accolés et déformés par pression réciproque, mais n'en peut-on dire autant de la segmentation vraie. Chez d'autres enfin, on observe quelque chose qui ressemble à des conjugaisons d'algues monocellulaires ([2]).

5° Autour du point de contact du cristalloïde et du gel colloïdal, se forme une nébuleuse régulière hémisphérique ressemblant, à s'y méprendre, à une colonie micro-

---

([1]) *Loc. cit.* et *La création de l'Être vivant*, discours de la séance solennelle de rentrée de l'Université de Lyon, novembre 1904.

([2]) *Sur un phénomène de simili-conjugaison chez les microbioïdes* (*Bull. de la Soc. de Biol.*, t. LXII, 1907, p. 198).

bienne. Au microscope, la ressemblance devient plus frappante encore, car on distingue qu'il s'agit bien d'une colonie et qu'elle est formée d'une multitude de petits corps arrondis ressemblant à des microcoques : ce sont les *microbioïdes des cultures minérales*. Chez les plus jeunes et surtout dans les gels peu consistants, on distingue au centre une vacuole de densité différente de la substance périphérique. Finalement, ces vacuolides organico-minérales deviennent cristallines, comme font les colloïdes vivants qui se transforment par l'usure ou la mort en cristalloïdes. Les microbioïdes jeunes ne sont ni des cristaux, ni des corps amorphes : ils ont une forme définie, une structure ; ils sont *organisés*, ce sont de petits organites.

6° L'addition de chlorure de baryum au bouillon chaud et encore liquide donne naissance à un précipité de sulfate de baryum, mais il est très fin et complètement amorphe. Ce bouillon est *stérilisé*, c'est-à-dire qu'un cristal de chlorure de baryum déposé à sa surface ne donne plus de microbioïdes. L'action organisatrice des ions du baryum sur le colloïde est perdue, mais cela ne prouve pas, comme on l'a dit, que les microbioïdes soient des granulations de sulfate de baryum. En effet, si l'on dépose à la surface du bouillon *stérilisé* un cristal de sulfate de soude, on n'obtient pas davantage de microbioïdes, ce qui devrait arriver s'ils étaient le résultat d'une précipitation du baryum par l'acide sulfurique seulement.

Les microbioïdes ne sont pas sans analogie avec les corpuscules de Harting, mais ils ne lui sont pas identiques. Une fois formés ils ne donnent plus naissance à des colonies nouvelles comme font les microbes après ensemencement et ils peuvent prendre naissance dans des bouillons additionnés de substances organiques antiseptiques.

J'ai obtenu, il y a de nombreuses années (¹), des imitations de cellules pavimenteuses avec noyaux en voie de segmentation, au moyen de savons calciques. Je n'ai jamais prétendu qu'elles fussent vivantes, pas plus que mes microbioïdes de baryum. Mais je constate chez ces derniers la *naissance*, un *arrêt en stade adulte*, le *mouvement propre*, des apparences de *segmentation* et même de *conjugaison*, une *structure* morphologique, c'est-à-dire *l'organisation*, enfin la *transformation ultime en cristalloïde* comme dans le bioprotéon ou substance dite vivante.

Comme en 1906 (²), je conclus que la découverte des microbioïdes de baryum est importante parce qu'elle rapproche l' « animé » de l' « inanimé », ce qui vit de ce qui ne vit pas, et fait faire ainsi un pas à la synthèse générale des lois naturelles, mais encore que c'est un phénomène physique ou physico-chimique nouveau d'où peuvent découler des découvertes intéressantes.

(¹) Voir *Leçons de Physiologie générale et comparée*, p. 280, Paris, Masson ; 1898.

(²) *Sur la prétendue génération spontanée par les radiobes* (*Comptes rendus de l'Association française pour l'Avancement des Sciences*, Congrès de Lyon, 1906, p. 472).

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de la houille en Franche-Comté, à Saint-Germain, près de Lure (Haute-Saône).* Note [1] de M. **Fournier**, présentée par M. Pierre Termier.

Le Massif du Mont de Vanne, qui limite du côté du nord le bassin actuellement exploité de Ronchamp, forme une aire anticlinale constituée par les schistes du Culm et du Dévonien, et par des roches éruptives (porphyrites augitiques). Au nord-ouest et à l'ouest du Mont de Vanne, s'étend une vaste plaine recouverte par la transgression des dépôts triasiques. On pouvait donc, avec quelque vraisemblance, supposer que cette transgression cachait dans la profondeur une aire synclinale symétrique de celle de Ronchamp par rapport à l'aire anticlinale du Mont de Vanne. Cette aire synclinale devait évidemment s'approfondir dans la direction du sud-ouest et de l'ouest; on avait ainsi des chances de trouver le Houiller à une distance relativement faible de la surface, en se plaçant dans la zone de bordure, et de le trouver à une plus grande profondeur, mais aussi avec une plus grande puissance, en se plaçant au centre du bassin. En nous appuyant sur ces considérations, nous fûmes amené à conseiller l'exécution de deux premiers sondages : l'un dans la zone de bordure, un peu à l'ouest du village de Saint-Germain, l'autre près de la bifurcation des lignes de Lure à Aillevilliers et à Vesoul, au lieu dit *La Brosse*, dans la partie profonde du bassin. Un troisième sondage fut ensuite exécuté à environ 1^{km} au sud du n° 1.

Résultats des sondages. — Le sondage n° 1, près de Saint-Germain, donnait les résultats suivants :

	m
Alluvions jusqu'à	9,20
Argiles et grès *triasiques* jusqu'à	107
Grès rouges *permiens* »	159
Argilolithes et argiles gréseuses du *Permien* jusqu'à	204
Argiles gréso-schisteuses rouge foncé, grises, violettes et lie de vin (Permien inférieur) jusqu'à	220
Houiller, schistes, grès et conglomérats avec couches de combustible, jusqu'à	348
Schistes durs parfois un peu gréseux du *Culm*, jusqu'à	442,50

profondeur à laquelle le sondage fut arrêté le 23 décembre 1908. Plusieurs couches de combustible furent rencontrées dans ce premier sondage, savoir :

---

[1] Présentée dans la séance du 30 octobre 1911.

Veinules de houille	de 225m,30 à 228m,80
Veinules de 0m,04	à 236,70
Faisceau comportant une couche de 0m,60 au moins	de 240,50 à 241,80 (couche principale à 240m,50)
Filets de houille	à 244,25
id.	à 269,25

Dans cet ensemble de 128m d'épaisseur, de très nombreux végétaux furent rencontrés, appartenant tous à des espèces stéphaniennes. Parmi les plus abondants, il faut citer *Calamites gigas, Annularia sphenophylloïdes* avec *Asterophyllites, Pecopteris, Neuropteris, Sphenopteris, Tœniopteris*, etc.

Le deuxième sondage, entrepris près de la Brosse, présentait, en résumé, la succession suivante :

Terrains superficiels et *Alluvions* jusqu'à	8m,00
Keuper (marnes irisées et cargneules) jusqu'à	3,00
Muschelkalk »	129,50
Grès bigarré et grès vosgien »	238,00
Permien (grès et argilolithes) »	527,75
Stéphanien (non métamorphique) grès gris, schistes et conglomérats jusqu'à	616,50
Conglomérats verdâtres et grès porphyritiques très durs jusqu'à	642,00
Tufs porphyritiques et brèches avec couches bitumineuses »	811,30
Porphyrites »	849,00

A 849m, contact des *porphyrites* avec une *microsyénite*.

A 701m,20 les tufs porphyritiques étaient très fortement imprégnés de pétrole. Entre 701m,20 et 712m,40, ils étaient bitumineux; à 811m,30, on rencontrait une nouvelle couche bitumineuse.

D'après mes prévisions le sondage n° 3 devait rencontrer le *Houiller* entre 250m et 300m, le traverser sur une épaisseur *beaucoup plus grande* que dans le n° 1, et rencontrer *toutes les couches de combustible* déjà rencontrées dans le premier sondage, mais avec une puissance beaucoup plus grande. La coupe suivante de ce troisième sondage montre que toutes ces prévisions se sont réalisées :

Alluvions, jusqu'à	17m,90
Grès bigarrés et grès vosgiens, jusqu'à	199,00
Argilolithes et grès du Permien, jusqu'à	292,00

A 292m, on pénétrait dans le *Houiller*.

De 296m à 296m,50 on rencontrait *trois couches de houille de* 10cm *d'épaisseur* chacune ;

A 324m,55 une couche de *houille de* 94cm ;

A 334m, une couche de *houille de* 54cm ;

A 337m,10, un ensemble correspondant à 1m,05 *de houille;*

A 347m,75, une couche de *houille de* 0m,30;

A 371m,15, 372m,25, 372m,30 on a encore rencontré des veinules de houille; puis

à 380^m on est retombé dans des conglomérats à pâte rouge et des argilolithes ressemblant à celles du Permien, mais renfermant encore des intercalations de schistes noirs avec végétaux stéphaniens.

Les constats de ces diverses couches ont été faits officiellement par le Service des Mines. La couche de 324^m,55 est, sans aucun doute, celle qui, au premier sondage, se trouvait à 240^m,50. Il y a donc un approfondissement de 84^m entre les deux sondages. Celle de 347^m,75 est vraisemblablement celle de 269^m du premier sondage; celles de 372^m,15 à 372,30 correspondent peut-être aux filets rencontrés entre 293^m et 297^m. On peut donc encore espérer trouver un dernier faisceau au voisinage de 420^m.

Au point de vue de la composition, les houilles rencontrées ont présenté à l'analyse une grande analogie avec les houilles de Ronchamp; cette analogie se manifeste aussi dans la structure du bassin. Il est permis d'espérer que les affleurements stéphaniens constatés dans cette région se prolongent assez loin vers l'ouest et le sud-ouest, sous les terrains triasiques transgressifs. Vers le nord, au contraire, leur épaisseur diminue assez rapidement et dans les environs de Luxeuil, notamment à la Gabriotte, où l'on avait fait naguère un sondage, les grès vosgiens sont en contact presque direct avec les granites et les gneiss.

PALÉONTOLOGIE. — *Existence de restes organiques dans les roches ferrugineuses associées aux minerais de fer huroniens des États-Unis.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. le Prince Roland Bonaparte.

L'étude des célèbres gisements de fer huroniens des États-Unis que j'ai faite en 1909, grâce à une subvention de l'Académie des Sciences sur le Fonds du Prince Roland Bonaparte, et l'analyse des nombreux échantillons réunis au cours de mon voyage m'ont permis d'observer plusieurs faits nouveaux, lesquels intéressent à la fois la question des faunes les plus anciennes et l'histoire des minerais de fer sédimentaires.

Les matériaux décrits dans la présente Note font partie des *iron-bearing rocks* des géologues américains, c'est-à-dire des formations plus ou moins ferrugineuses auxquelles les minerais proprement dits sont subordonnés. Ce sont, d'une manière générale, des dépôts profondément modifiés dans la suite des temps par une silicification intense. Les recherches que je leur ai consacrées ont été entreprises sous l'empire de deux idées bien différentes:

1. Beaucoup de ces *iron-bearing rocks* sont oolithiques ou l'ont été à un moment de leur évolution. Or l'étude des minerais de fer oolithique, tant

primaires que secondaires de notre pays, nous a appris que de nombreux débris organiques s'associent généralement aux oolithes (¹).

2. L'oxyde de fer conserve admirablement les structures organisées les plus délicates, et il les préserve même de toute destruction au sein de minerais extrêmement anciens, qui ont été le théâtre de nombreuses métamorphoses minérales (²).

En fait, les organismes paraissent avoir pris une part importante à la constitution des roches ferrugineuses du Huronien d'Amérique.

L'étude micrographique des minerais de fer primaires, et celle encore inédite des minerais de fer secondaires de notre pays mettent en évidence le rôle considérable joué par les Encrines dans l'origine première de ces dépôts. C'est à cette même catégorie d'organismes que je crois devoir rapporter une foule d'éléments à la fois ferrugineux et siliceux des *iron-bearing rocks*.

Ces corps réalisent deux manières d'être distinctes, correspondant à deux états de conservation différents.

a. Dans la très grande majorité des cas, ils se présentent, au microscope, sous forme de sections circulaires ou elliptiques, d'un diamètre notablement supérieur à celui des oolithes qui les accompagnent. Avec ces coupes, on rencontre quelques sections subquadrangulaires ou hémicirculaires (³). Les unes et les autres n'appellent l'attention que par leurs dimensions et par leurs caractères morphologiques. Aucune particularité de structure, telle que l'existence d'un canal ou la présence de vestiges de cellules, ne peut être indiquée à l'appui de mon diagnostic.

b. Beaucoup plus intéressantes sont les rares sections qui ont conservé des restes d'une structure cellulaire qui devait exister primitivement dans tous les éléments de la catégorie précédente. Visible aux plus faibles grossissements, cette structure est assez nette, dans quelques individus, pour apparaître très clairement sur des photographies qui n'ont pas subi la moindre retouche. Les cellules, toujours petites et de dimensions généralement variables, sont polygonales et alignées ou non. Le fer, à différents états (magnétite, hématite rouge et greenalite), en constitue les parois. Qu'on se représente un minerai de fer eifélien de l'Ardenne très silicifié (⁴) et surtout un minerai de fer hettangien de Bourgogne très quartzifié, et l'on aura une idée très

(¹) L. Cayeux, *Les minerais de fer oolithique de France*, t. I : *Minerais de fer primaires* (*Étude des gîtes minéraux de la France*, 1909).

(²) L. Cayeux, *Ibid.*, p. 290.

(³) Les sections hémicirculaires correspondent, selon toute apparence, aux points de bifurcation de bras à une seule rangée d'articles, ou peut-être à des articles alternants de bras à deux rangées.

(⁴) L. Cayeux, *Ibid.*, p. 220.

exacte des roches précambriennes en question, abstraction faite de la nature des composés ferrugineux qui épigénisent les dépouilles d'Encrines.

Il est à remarquer que ces débris organiques ne sont point spéciaux à un seul et même gîte; j'en ai reconnu l'existence dans les trois grands districts miniers de Mesabi (Minnesota), de Menominee (Michigan) et de Penokee-Gogebic (Michigan et Wisconsin).

En résumé, je crois pouvoir conclure de mes recherches que l'activité organique était déjà très grande, à l'époque huronienne, dans la région des grands lacs américains. Loin d'être composée d'êtres primitifs, la faune exhumée des roches associées aux minerais de fer est représentée par des vestiges d'*Échinodermes*, c'est-à-dire par des organismes très différenciés qui occupent déjà un rang très élevé dans l'échelle des Invertébrés. Pour apprécier l'intérêt de cette découverte, il suffit de se rappeler que l'étage huronien (le plus ancien de tous les terrains sédimentaires) a été défini dans cette même région des grands lacs, où il n'a fourni jusqu'ici que des *traces*, *pistes* et autres empreintes d'origine problématique.

La séance est levée à 4 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 23 octobre 1911. (Suite.)

L'Univers, être vivant : La solution des problèmes de la matière et de la vie à l'aide de la biologie universelle, par Martin Kuckuck, avec le portrait de M. R. Dubois et 77 figures. Genève, Kündig, 1911; vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Contribution à l'étude des polypiers du Calcaire carbonifère de la Belgique. Le genre Canina, Achille Sallée. (*Nouveaux Mémoires de la Société de Paléontologie et d'Hydrologie;* série in-4°; Mémoire n° 3; 1910.) Bruxelles, Hayez, 1910; 1 fasc. in-4°.

Bibliothèque de l'Observatoire royal de Belgique, à Uccle. *Catalogue alphabétique des livres, brochures et cartes*, préparé et mis en ordre par A. Collard, bibliothécaire; fasc. 1. Bruxelles, Hayez, 1910; 1 vol. in-8°.

Department of Interior. *Report of the Chief Astronomer, for the year ending march* 31, 1909. Ottawa, C.-H. Parmelee, 1910; 1 vol. in-8°.

Zur Bestimmung des Nicotins in Tabakextrakten, von W. KOENIG. (Extr. de *Chemiker-Zeitung*; 1911, n° 58, p. 521.) Coethen, 1911; 1 fasc. in-8°.

La dynamique des anomalies climatiques. Contribution à l'étude des changements de la répartition de la pression atmosphérique aux États-Unis, par H. ARCTOWSKI. Varsovie, 1910; 1 fasc. in-8°.

Tumori, Archivio bimestral fondato da G. FICHERA; anno I, fasc. I, luglio-agosto 1911. Rome; 1 fasc. in-4°.

Memorias y Revista de la Sociedad cientifica « Antonio Alzate », publicadas bajo la direccion de RAFEL AGUILAR Y SANTILLAN; t. XXVIII, n°s 9-12; t. XXIX, n°s 1-6. Mexico, 1909-1910; 2 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 OCTOBRE 1911.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. B. BAILLAUD, Directeur de l'Observatoire; *Observations*: 1893, 1905. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 2 vol. in-4°. (Présenté par M. Baillaud.)

Leçons sur les hypothèses cosmogoniques, professées à la Sorbonne, par HENRI POINCARÉ, Membre de l'Académie française et de l'Académie des Sciences; rédigées par HENRI VERGNE. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Calcul des probabilités, par HENRI POINCARÉ, Membre de l'Institut; rédaction de A. QUIQUET, 2e édition, revue et augmentée par l'auteur. Paris, Gauthier-Villars, 1912; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notices sur ERNEST LEBON. [Recueil factice.] 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

ERNEST LEBON. *Mémoires sur les Mathématiques, la recherche des facteurs premiers des nombres, l'histoire des sciences, notamment l'histoire de l'Astronomie.* 1876-1911. [Recueil factice.] 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Essai sur une méthode de comptabilité des chemins de fer, par GUSTAVE PEREIRE; 1re Partie. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

Société de secours des Amis des Sciences. *Compte rendu du cinquante-quatrième exercice. Quarante-huitième séance publique annuelle tenue le 20 mai 1911*, sous la présidence de M. GASTON DARBOUX. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°.

Géologie du bassin de Paris, par M. PAUL LEMOINE; Ouvrage enrichi de 136 figures et 9 planches hors texte. Paris, A. Hermann et fils, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Termier.)

Les ressources de la France en minerais de fer, par P. NICOU. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Termier.)

Recherches de parasitologie et de pathologie humaines et animales au Tonkin. par C. MATHIS et M. LÉGER; avec une préface de MM. A. CALMETTE et F. MESNIL, et

14 plantes hors texte. Paris, Masson et Cie; 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Laveran.)

La fécondation chimique (*Parthénogenèse artificielle*), par JACQUES LOEB; traduit de l'allemand, par ANNA DRZEWINA; édition française revue et augmentée par l'auteur. Paris, Mercure de France, 1911, 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Laveran.)

Annales de l'Institut océanographique (Fondation Albert Ier, Prince de Monaco), publiées sous la direction de M. L. JOUBIN; t. III, fasc. 2-5. Paris, Masson et Cie, 1911; 4 fasc. in-4°.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1910-1911; t. IX, 3e fasc. Grenoble, Allier frères, 1911; 1 vol. in-8°.

Rapport sur les travaux du Conseil départemental d'hygiène et de salubrité des Commissions sanitaires et des autres Services intéressant l'hygiène de la Loire-Inférieure, pendant l'année 1910. Nantes, 1911; 1 vol. in-8°.

Les composés chimiques dans l'espace, par P. PALLADINO; Mémoire présenté au Ve Congrès de la « Società italiana per il progresso delle Scienze, Roma, 1911 ». Pavie, 1911; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La chimie amusante, sans appareils, à la portée de tous, à l'aide des fleurs et des liqueurs qui peuvent en être extraites, par F. DRONNE. Blois, M. Bourdain, s. d.; 1 vol. in-8°.

Dictionnaire franco-russe composé d'après le dictionnaire de Pierre Larousse, par B.-E. KAMIENSKY [avec une traduction manuscrite de la préface]. Saint-Pétersbourg, Litvinof, 1900; 1 vol. in-4°. (2 exemplaires.)

Extrait du dictionnaire inséparable russo-français et franco-russe qui comprend la réunion des synonymes et des expressions synonymiques, ..., par B.-E. KAMIENSKY. Riga, s. d.; ms. in-4°.

Atlas pittoresque de la France, recueil des vues géographiques et pittoresques de tous les départements, accompagnées de notices géographiques et de légendes explicatives, par ONÉSIME RECLUS. Tome II : *Finistère-Nord.* Paris, Attinger frères, s. d.; 1 vol. in-4°. (Acquisition.)

Almanaque nàutico para el año 1913, *calculado de orden de la superioridad, en Instituto y Observatorio de Marina de San-Fernando para el meridiano de Greenwich.* San-Fernando, 1911; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire royal de Belgique. Nouvelle série : *Physique du Globe;* t. V. fasc. 1. Bruxelles, Hayez, 1911; 1 fasc. in-4°.

Annales de la Société royale zoologique et malacologique de Belgique; t. XLV, avec 1 planche et 1 portrait hors texte, année 1910. Bruxelles, M. Weissenbruch, 1911; 1 vol. in-8°.

Bulletin du Jardin botanique de l'État à Bruxelles; t. III, fasc. 1. Bruxelles, Albert de Boeck, 1911; 1 fasc. in-4°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. KRISCHTAFOWITSCH; t. XIII, livr. 1-2. Novo-Alexandria, 1911; 1 fasc. in-4°.

ACADÉMIE DES SCIENCES

SÉANCE DU LUNDI 13 NOVEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un retour momentané des fleurs doubles d'un rosier à la forme simple.* Note de M. J. **Violle**.

Pendant ces vacances, j'ai eu l'occasion d'observer un fait qui me paraît digne d'être signalé. Ce fait me fut présenté par un magnifique rosier *Gloire de Dijon* planté en pleine terre à Fixin, depuis une dizaine d'années, et y ayant pris un développement et une vigueur remarquables : il forme à lui seul un berceau au-dessus d'une large porte et présente pendant de longs mois une floraison abondante et sans cesse renouvelée de roses superbes. Il ne fut cependant pas sans se ressentir des chaleurs torrides de cet été et durant le mois d'août ses fleurs se montrèrent moins belles et moins nombreuses que d'habitude. Puis, tout à coup, vers le 12 septembre, il donna sur toutes ses branches une floraison complète de roses absolument simples, auxquelles quelque huit jours plus tard succédait sur les mêmes branches un épanouissement des belles roses coutumières qui se poursuivirent comme d'habitude et qui paraient encore le rosier quand je quittai la campagne ces jours derniers.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénazoxonium) et de l'akridine (diphénylméthane) sur les trypanosomes.* Note de MM. A. **Laveran** et D. **Roudsky**.

Dans une Note antérieure (¹), nous avons montré que l'oxazine avait une affinité remarquable pour la substance qui constitue les centrosomes des trypanosomes, et que, chez les animaux infectés de nagana et traités par l'oxazine, on voyait disparaître les centrosomes des trypanosomes, comme l'avait annoncé Werbitzki (²); nous avons dit aussi que l'oxazine exerçait la même action, à des degrés divers, sur *Tr. Evansi*, *Tr. soudanense*, *Tr. gambiense*, *Tr. dimorphon*, *Tr. congolense*, *Tr. pecorum*, *Tr. Lewisi*, ce dernier étant le moins sensible à l'action du médicament.

Nous avons continué à traiter par l'oxazine des souris infectées par *Tr. Evansi* et par *Tr. soudanense*, dans le but d'obtenir des variétés acentrosomiques de ces trypanosomes, similaires de la variété de *Tr. Brucei* obtenue par Werbitzki. Nous avons procédé de la manière suivante : des souris de 20^g environ, ayant des trypanosomes assez nombreux, recevaient une dose d'oxazine de $\frac{1}{4}$ de milligramme; au bout de 3 à 6 heures, elles étaient sacrifiées et la totalité du sang recueilli dans le cœur était injectée dans le péritoine de souris neuves.

Avec *Tr. Evansi*, dès le 4e passage par souris traitées, le nombre des trypanosomes acentrosomiques s'élevait à 82 pour 100; au 8e passage, il était de 95 pour 100; au 21e passage, de 100 pour 100.

Le virus a été alors inoculé en petite quantité et par la voie hypodermique à des souris non traitées; dans ces conditions et malgré des passages successifs par souris non traitées, les centrosomes n'ont pas reparu; nous avons donc obtenu une variété acentrosomique de *Tr. Evansi*, similaire du *Tr. Brucei* de Werbitzki.

L'expérience faite avec *Tr. soudanense* a donné d'abord de bons résultats; au 6e passage, chez les souris traitées par l'oxazine, le nombre des trypanosomes sans centrosome était de 37 pour 100, et au 15e passage de 91 pour 100; mais au 25e passage, la proportion des trypanosomes sans cen-

(¹) A. Laveran et D. Roudsky, *Comptes rendus*, séance du 24 juillet 1911.

(²) F.-W. Werbitzki, *Centralbl. f. Bakter.*, I, Orig. t. 53, 1910, p. 303. Travail du laboratoire du professeur Ehrlich.

trosomes tombait à 81 pour 100, et au 35ᵉ passage, à 50 pour 100. Au 50ᵉ passage, cette proportion est remontée à 66 pour 100.

Tr. soudanense est donc moins sensible à l'oxazine que *Tr. Evansi*; *Tr. Lewisi* est encore plus résistant. Nous avons injecté à un raton, infecté de *Tr. Lewisi*, 9 doses d'oxazine sans obtenir la disparition même partielle des centrosomes; avec l'akridine les résultats ont été meilleurs, quoique inférieurs de beaucoup à ceux obtenus à l'aide de l'oxazine dans le surra des souris.

Pourquoi, comment les centrosomes des trypanosomes disparaissent-ils chez les animaux traités par l'oxazine?

Werbitzki formule les trois hypothèses suivantes : 1° le centrosome disparaît réellement; 2° le centrosome émigre dans le noyau et se confond avec le karyosome du noyau; 3° le centrosome ne disparaît pas en réalité, il se trouve à sa place ordinaire, mais il a perdu la propriété de prendre la couleur et, par suite, il est invisible.

Comme le fait remarquer Werbitzki, cette dernière hypothèse paraît inadmissible; les centrosomes ne se colorent par aucun procédé et la modification produite dans les trypanosomes persiste, alors que l'action de l'oxazine a cessé de se faire sentir, elle devient même héréditaire.

Werbitzki incline à penser qu'il y a destruction du centrosome ou du moins de sa portion principale.

D'après Kudicke, si l'on traite au moyen de l'akridine un rat ayant une infection chronique par *Tr. Lewisi*, les trypanosomes subissent les modifications suivantes : une portion des centrosomes se déplace vers la partie antérieure, sans que le point de départ du flagelle change, et la partie émigrée est ou résorbée ou éliminée *in toto*. Lorsque l'akridine est donnée pendant le stade aigu de l'infection, alors que les formes de multiplication sont nombreuses, le processus est différent : au moment de la bipartition de certains éléments, le centrosome ne se divise pas et l'un des trypanosomes de nouvelle formation se trouve ainsi privé de centrosome; cette bipartition anormale (déjà signalée par Werbitzki) serait le point de départ des variétés acentrosomiques [1].

Nous n'avons jamais observé l'émigration des centrosomes signalée par Kudicke comme cause de la disparition de ces corpuscules dans les infections chroniques par *Tr. Lewisi*, après traitement par l'akridine.

Pour ce qui concerne l'autre explication donnée par Kudicke, nous

---

[1] R. Kudicke, *Centralbl. f. Bakter.*, I, Orig., juin 1911.

ferons remarquer que si, dans certains cas, le centrosome ne se divise pas au moment de la bipartition, c'est probablement parce qu'il est déjà mort ou altéré.

Dans notre Note du 24 juillet dernier, nous avons montré que l'oxazine a, pour la substance des centrosomes des trypanosomes, une élection remarquable; quand les trypanosomes sont soumis, à l'état vivant, à l'action de l'oxazine, les centrosomes se colorent au bout d'un temps variable et ils se colorent seuls; quand les trypanosomes sont morts, il y a coloration *in toto* (1).

L'akridine qui exerce sur les trypanosomes une action analogue à celle de l'oxazine a aussi une élection remarquable pour les centrosomes.

Un autre fait signalé également dans notre Note antérieure est que, chez les animaux traités par l'oxazine, les centrosomes diminuent de volume avant de disparaître.

On peut conclure, ce nous semble, de ces faits que l'oxazine et l'akridine agissent directement sur les centrosomes et que la destruction de ces corpuscules a lieu sur place.

Dans l'hypothèse que l'action de l'oxazine sur la substance des centrosomes était due à une auto-oxydation, nous avons recherché si le cyanure de potassium et certains alcaloïdes avaient la propriété d'empêcher cette action.

Il résulte des recherches de Schœnbein, de Cl. Bernard et de Geppert que le cyanure de potassium arrête les oxydations dans les tissus; d'après Budgett, les alcaloïdes ont la même action que le cyanure de potassium; enfin W.-S. Young a montré que les alcaloïdes ralentissent certains processus d'auto-oxydation (2).

Nous avons traité des échantillons de sang riche en trypanosomes (*Tr. Brucei*, *Tr. Evansi*, *Tr. Lewisi*, *Tr. Duttoni*), les uns par l'oxazine seule, les autres par le même produit après addition au sang de très petites quantités de cyanure de potassium ou de certains alcaloïdes; les résultats de ces expériences ont été très nets: dans les échantillons traités par l'oxazine

---

(1) L'examen d'un trypanosome vivant, bien mobile, dont le centrosome s'est coloré par l'oxazine, est intéressant au point de vue des rapports existant entre le centrosome et le flagelle; le flagelle paraît exercer des tractions sur le centrosome qui se déplace dans le protoplasme, il ne semble pas douteux d'après cela que le flagelle adhère au centrosome; d'ailleurs, quand il y a trypanolyse, on trouve, en plus ou moins grand nombre dans le sang, des flagelles libres avec centrosomes adhérents.

(2) J. Loeb, *La dynamique des phénomènes de la vie*. Paris, 1908, p. 52.

seule, les centrosomes se sont colorés, tandis que dans les autres ils restaient incolores. Les doses très faibles de cyanure de potassium ou d'alcaloïdes employées ne tuaient pas les trypanosomes.

Ces expériences ont donc paru confirmer l'hypothèse que nous avions faite sur le mode d'action de l'oxazine.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du pays basque français.* Note de MM. **Pierre Termier** et **Léon Bertrand**.

La tectonique de la partie française du pays basque est restée jusqu'ici très mal connue, malgré les controverses auxquelles elle a donné lieu. Toutefois, dans deux Notes présentées à l'Académie au début de cette année (1), l'un de nous a pu étendre jusqu'au voisinage de la Nive, grâce à la publication de la feuille « Mauléon » de la Carte géologique, l'interprétation à laquelle l'avaient conduit ses études personnelles sur la partie de la chaîne située à l'est de la Neste. Il a montré que les éléments tectoniques caractéristiques de celle-ci, c'est-à-dire les nappes nord-pyrénéennes, peuvent encore nettement s'y reconnaître, mais qu'elles y sont affectées d'une complication ultérieure tenant à ce que des plis couchés et des chevauchements vers le sud se sont superposés au phénomène fondamental des charriages vers le nord qui leur a donné naissance.

Au cours d'une exploration faite en commun l'été dernier, nous avons cherché à élucider la structure de la région basque qui correspond à la feuille « Saint-Jean-Pied-de-Port » et à une partie de la feuille « Bayonne ». L'un de nous (2) en avait autrefois reconnu la complexité et avait prévu le rôle important qu'y doivent jouer les charriages, mais sans avoir pu résoudre le problème tectonique, faute de renseignements sur la structure des régions plus orientales. Quant à la feuille « Bayonne », la plupart des contacts entre les diverses séries de couches qui se rencontrent dans sa partie méridionale nous semblaient, à première vue, devoir être considérés comme anormaux

(1) Léon Bertrand, *Sur la prolongation des nappes nord-pyrénéennes dans les Pyrénées occidentales* (*Comptes rendus*, t. 152, p. 476-478). *Sur la structure des Pyrénées occidentales* (*Comptes rendus*, t. 152, p. 639-642).

(2) P. Termier, *Les brèches de friction dans le granite et dans le calcaire cristallin à Moiné-Mendia, près Hélette* (*Basses-Pyrénées*), *et leur signification tectonique* (*B. S. G. F.*, 4e série, t. IV, 1904, p. 837), et *Notice explicative de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port*, 1907.

et correspondre à des chevauchements. Notre étude est loin d'être achevée; toutefois, un certain nombre de points nous semblent dès maintenant définitivement acquis, et voici les plus importants.

1° L'aspect lenticulaire des affleurements de couches secondaires antérieures au Cénomanien qui se montrent çà et là, dans le sud de la feuille « Bayonne », interposés entre le Crétacé supérieur qui occupe la plus grande partie de la feuille et les massifs primaires de la Rhune et du Labourd, situés plus au sud, ne permet pas de douter du caractère tectonique de ce contact et de la superposition anormale du bord de ces massifs primaires au Crétacé pré-pyrénéen. Nous avons observé ce contact en de nombreux points depuis Ascain, à l'ouest, jusqu'à la terminaison orientale du massif du Labourd, empiétant ainsi légèrement sur les feuilles « Orthez » et « Mauléon ». Partout où il nous a été possible de reconnaître la nature des relations du flysch crétacé des Bois de Saint-Pée, d'Ustarits et de Hasparren avec les couches plus anciennes qui viennent au sud, nous avons constaté avec évidence l'existence d'un chevauchement vers le nord des gneiss du Labourd, ou du Carbonifère qui les accompagne à partir des environs de Hasparren [1], puis les remplace progressivement vers l'ouest.

Tantôt des témoins des couches secondaires nord-pyrénéennes (Trias-Albien) se montrent interposés, tantôt la superposition du Primaire au Crétacé est directe; mais alors elle se fait souvent avec intercalation d'une *mylonite* principalement formée de débris des roches primaires chevauchantes. C'est ce que nous avons observé sur la route de Hasparren à Saint-Palais, au point 199 situé auprès du bord de la feuille de Bayonne, où le Crétacé très froissé s'enfonce au sud, sous une mylonite formée des fragments du gneiss qui vient au sud et dont le contour présente, entre Hasparren et Bouloc, des sinuosités très marquées et géométriquement démonstratives de la superposition du massif gneissique au Crétacé.

Cette superposition est encore plus évidente pour la masse primaire qui existe dans l'angle NW de la feuille de Mauléon et qui n'est assurément que la terminaison du massif du Labourd. La disposition topographique et la forme des contours des couches antérieures au Cénomanien qui se rencontrent là et qui se prolongent au nord-ouest dans la région de Saint-Estében, sont entièrement d'accord pour démontrer qu'on a affaire à un paquet charrié de couches secondaires nord-pyrénéennes, coupé en biseau vers le bas et reposant sur le Crétacé par l'intermédiaire d'une lame plus ou moins épaisse de terrains primaires (gneiss ou quartzites siluriens). Sur la route d'Armen-

---

(1) Nous avons trouvé un important affleurement carbonifère, non figuré sur la feuille de Bayonne, le long de la route qui va de Cambo à Hasparren, depuis le pont d'Urcuray jusqu'au point culminant de la route; puis, au delà de celui-ci, jusqu'au calcaire liasique qui borde le massif primaire.

darits, une mylonite formée de fragments de ces quartzites repose sur la tranche des couches crétacées et donne une preuve indéniable de cette superposition anormale. Les mylonites de Moiné-Mendia, décrites autrefois par l'un de nous, semblent aussi pouvoir être mises en relation avec ce chevauchement du gneiss du Labourd sur le Flysch.

A l'ouest de la Nive, au sommet de la montée de la route d'Espelette à Ainhoa, on observe un plongement évident du Crétacé de l'avant-pays vers le sud, sous des bancs très réguliers d'une mylonite formée de débris carbonifères, qui se suit jusqu'au col de la route et s'y enfonce sous le Carbonifère qui se poursuit vers l'ouest jusqu'au massif de la Rhune. Auprès de ce point, à Espelette, le Crétacé est couronné par du Trias ophitique, séparé du Carbonifère par une mylonite, à débris de schistes primaires et d'ophite, renversée vers le nord : c'est le départ d'une étroite bande secondaire nord-pyrénéenne, comprenant des calcaires jurassiques et urgoaptiens, qui s'intercale dans le contact jusqu'auprès de Hasparren.

D'importants témoins secondaires appartenant à la même série se rencontrent aussi à partir de la Nivelle, vers l'ouest. Le Lias de Saint-Pée est superposé au Crétacé, tout en se redressant au contact, avec interposition d'une mince lame de Trias écrasé et d'une mylonite de Carbonifère, visibles dans une ancienne carrière située à la sortie de Saint-Pée, à gauche de la route de Bayonne. Entre Saint-Pée et Ascain, près d'Helbarron, on observe la superposition d'une mylonite d'ophite au Crétacé très redressé. Au nord-ouest d'Ascain, dans une carrière de Cénomanien coralligène, les bancs présentent de belles surfaces de friction et s'enfoncent avec évidence au sud-est sous un paquet d'Albien conservé au front de la masse chevauchante ; un peu à l'ouest, une simple lame de mylonite, entre le Flysch et l'Albien, tient la place de ces calcaires cénomaniens.

2° Il ne semble donc pouvoir subsister de doute sur ce chevauchement des massifs primaires du Labourd et de la Rhune par-dessus le Crétacé prépyrénéen ; une preuve décisive en est fournie par la réapparition de ce Crétacé en *fenêtres* à l'intérieur de la masse primaire. C'est le cas de la région déprimée d'Ainhoa ; l'étude détaillée de son bord aux environs d'Ainhoa et de Dancharia nous en a entièrement convaincus, et l'étroite bande carbonifère sous laquelle nous avons vu précédemment s'enfouir le Crétacé septentrional flotte avec évidence sur celui-ci. Au voisinage d'Ainhoa, l'intercalation à peu près constante, entre le Flysch et le Primaire, de calcaires coralligènes cénomaniens et de Trias mylonitisé, semble indiquer que l'enracinement du massif primaire doit être proche du bord méridional de cette *fenêtre crétacée d'Ainhoa*. Au sud d'Espelette, nous avons découvert une seconde fenêtre, de taille bien plus restreinte et non figurée sur la feuille de Bayonne, qui s'étend sur environ 2^{km} de long et moins de 1^{km} de large, le long et au sud de la route d'Espelette à Itsasou ; cet affleurement crétacé, pour lequel on ne saurait admettre une autre interpré-

tation, s'enfonce sous un manteau carbonifère ; toutefois nous avons vu celui-ci, en un point du bord méridional, réduit à une simple mylonite séparant le Crétacé de la terminaison du gneiss du Labourd.

3° Le Silurien des monts Ereby et Baygoura, traversé par la Nive au défilé du Pas de Roland, ne peut être considéré comme appartenant à la même série tectonique. Aux environs d'Ainhoa, il repose sur le Carbonifère précédent et, plus à l'est, il ne semble pas faire suite régulièrement au gneiss du Labourd ; aux environs de Louhossoa, le contact des deux séries est brutal et, à la sortie du défilé du Pas de Roland, il s'intercale du Carbonifère dans ce contact. D'ailleurs, aux environs d'Ossès, ce Silurien forme une voûte évidente par-dessus le Trias de cette localité et le contact se fait, au pont d'Uharçan, par une mylonite très caractérisée. Il est logique de penser que cette *fenêtre triasique d'Ossès* ramène au jour un témoin de la couverture secondaire des précédents massifs primaires, correspondant au Trias des environs de Sare et de la Rhune. Comme il est naturel de paralléliser la masse chevauchante inférieure (Labourd, la Rhune, la Haya) à la nappe nord-pyrénéenne inférieure des régions orientales (nappe A Léon Bertrand), le massif ordovicien du Baygoura, auquel s'associent des termes plus élevés de la série primaire à l'entrée amont du Pas de Roland ainsi que dans la région entre Ossès et le Pic d'Aradoy, serait donc un massif primaire appartenant à la base de la nappe B. Or il est recouvert par la puissante série discordante des argiles rouges et des grès permotriasiques qui occupe une si large surface entre le nord de Bidarray et les Aldudes et d'où se détache la bande qui vient se terminer au Pic d'Aradoy, au nord de Saint-Jean-Pied-de-Port ; comme celle-ci est régulièrement recouverte par le Trias gypseux et ophitique de Saint-Étienne-de-Baïgorry, d'Anhaux, de Saint-Jean-Pied-de-Port et de Saint-Michel, qui fait suite à celui qui a été attribué à la nappe B sur la feuille de Mauléon, on trouve une confirmation réciproque de cette attribution, faite d'après des raisons différentes sur les deux feuilles. Il est évident, d'autre part, que le massif primaire des Aldudes et du Val Carlos appartient au même ensemble tectonique ; il se relie manifestement à celui du Baygoura par dessous leur couverture permotriasique commune.

4° Toutefois, si cette continuité paraît évidente à l'ouest du méridien de Saint-Étienne-de-Baïgorry, elle est troublée plus à l'est par l'apparition d'un important accident indiqué par l'étroite bande crétacée qui se détache de la zone méridionale au sud-est de la feuille et qui remonte au nord-nord-ouest jusqu'à Saint-Étienne-de-Baïgorry. On ne peut plus considérer cette

bande comme un témoin d'une ancienne couverture crétacée, aujourd'hui conservée seulement dans un fossé effondré. Ses relations avec les terrains plus anciens qui la bordent de part et d'autre sont bien plus complexes et témoignent de l'action prépondérante des efforts tangentiels.

En plusieurs points de son bord septentrional, auprès de Saint-Étienne comme au voisinage de Saint-Michel, elle est séparée du Trias par une lame primaire plus ou moins épaisse, qui se montre mylonitisée au contact du Crétacé sur lequel elle repose. Dans le chaînon qui sépare le vallon de Sallaberry de la vallée supérieure de la Nive de Béhérobie, ces couches primaires sont renversées sous les poudingues permiens de la terminaison occidentale du massif de Mendibelza (nappe C). D'autre part, les relations de la bande crétacée et du massif primaire des Aldudes et du Val-Carlos sont fort intéressantes. Le long de la route d'Arnéguy, au fond de la vallée, le Crétacé s'enfonce indiscutablement au sud, avec interposition d'une mylonite, sous du Gothlandien renversé qui disparaît lui-même, au sud, sous un puissant complexe de schistes et quartzites ordoviciens qui s'étend jusqu'à Roncevaux, et dans lequel des schistes satinés d'un niveau inférieur semblent dessiner deux plis superposés, fortement couchés au sud. Au pied du grand lacet que fait la route après avoir traversé la vallée pour achever la montée du col d'Ibañeta, on observe même une voûte gothlandienne qui démontre que la série primaire est encore là renversée. Comme, de l'autre côté du col, au monastère de Roncevaux, on voit le Crétacé s'enfoncer au nord sous le Primaire, il ne peut guère y avoir de doute que cette énorme masse, superposée au Crétacé en ses deux bords, ne soit entièrement flottante sur celui-ci, depuis le chevauchement méridional de Roncevaux jusqu'à la bande crétacée de Saint-Étienne; et cela entraîne la conclusion que celle-ci n'est qu'une fenêtre, plus ou moins déformée et plissée sur elle-même.

D'ailleurs, entre Anhaux et Saint-Étienne, le Crétacé est séparé du Primaire renversé par une lame triasique qui s'enfonce assez profondément au sud sous le Primaire, ainsi que le montre une petite fenêtre triasique, découverte par nous à quelque distance du bord du massif silurien. La région de Saint-Étienne-de-Baïgorry montre plusieurs mylonites superposées témoignant de l'exceptionnelle complication de la structure.

D'après ce qui précède, l'important témoin de la nappe B, qui s'étend depuis l'extrême bord septentrional de la feuille de Saint-Jean-Pied-de-Port jusqu'à Roncevaux, chevauche à la fois, au nord sur le massif du Labourd ou sa couverture secondaire (fenêtre d'Ossès), et au sud sur le Crétacé méridional. Le peu de place restant entre la fenêtre d'Ossès et la bande crétacée de Saint-Étienne pour son enracinement témoigne avec évidence de l'effroyable compression qu'a subie cette région.

5° L'examen de la feuille « Mauléon » avait permis à l'un de nous [1] de

[1] Léon Bertrand, *Sur la structure des Pyrénées et Pré-pyrénées occidentales* (*B.S.G.F., comptes rendus sommaires des séances de l'année* 1911, p. 64-66).

penser que, des environs d'Arudy jusqu'à Saint-Jean-le-Vieux, un reploiement ou chevauchement au sud, semblable à celui qui se rencontre au bord méridional de la nappe B, a pu inverser les relations habituelles du flysch crétacé septentrional et du front nord-pyrénéen. Le Cénomanien aurait ainsi rejailli sur les terrains secondaires ou primaires nord-pyrénéens, qui chevauchent habituellement sur lui, comme nous l'avons vu pour les massifs du Labourd et de la Rhune. Cette superposition du Cénomanien à des terrains plus anciens avait été considérée comme le simple résultat d'une transgression stratigraphique. La découverte de klippes indéniables de ces terrains, non seulement à la base, mais aussi à l'intérieur de la puissante masse du flysch crétacé, aux environs de Jaxu, Lacarre et Ainhice, ne permet aucune hésitation sur le caractère tectonique du contact du Crétacé et des terrains sous-jacents. C'est ce qui résulte aussi, en particulier, de l'observation de la base du Crétacé sur la route de Hosta ; il y repose sur du Carbonifère, avec intercalation d'une mylonite évidente, et d'une lame de calcaire urgo-aptien tout à fait incompatible avec l'hypothèse d'une transgression.

Les divers faits qui viennent d'être sommairement exposés concordent tous pour donner la preuve de l'intensité exceptionnelle qu'ont acquise les actions tangentielles dans le Pays basque. Les anomalies que l'examen de la feuille « Mauléon » avait permis de prévoir, et qui s'expliquent par une surcompression de la chaîne en sa partie occidentale, s'y montrent avec une ampleur de plus en plus grande vers l'ouest; c'est ainsi que le chevauchement de la nappe B vers le sud sur le Crétacé méridional atteint au minimum 17^{km} au méridien de Roncevaux. Mais il est important de constater qu'on peut toujours reconnaître, jusqu'à l'extrémité de la chaîne, la trace des grands mouvements au nord, les seuls représentés sur toute la longueur de la chaîne, qui ont produit le chevauchement du front septentrional et la formation des nappes nord-pyrénéennes.

M. **Poincaré** présente à l'Académie, de la part de la Société suisse de Physique, les œuvres posthumes de *W. Ritz*. On remarquera dans cet Ouvrage la première théorie cohérente des raies du spectre; une méthode nouvelle pour la solution du problème général de l'élasticité; des vues originales sur les principes de l'Électrodynamique. On se souvient que les travaux de W. Ritz ont été couronnés par l'Académie.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **George Levinsohn** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : *Origine de la myopie*.

(Renvoi à l'examen de MM. d'Arsonval et Dastre.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président du Bureau des Longitudes** signale à l'Académie le vote, par une Assemblée départementale, d'une motion contraire à l'ordonnance du Système métrique.

(Renvoi à une Commission composée de : MM. Darboux, Lippmann, Poincaré, Bassot, Guyou, Violle, Radau, Deslandres, Bigourdan, Carpentier, Baillaud, Lallemand.)

M. le **Ministre des Finances** invite l'Académie à désigner un de ses Membres qui devra occuper, dans la *Commission de contrôle de la Circulation monétaire*, la place vacante par le décès de M. *Troost*.

Le **Président du Comité d'organisation** annonce à l'Académie qu'une *Exposition industrielle bavaroise* se tiendra à Munich en 1912.

M. **A. Colson** prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Des *Rapports* présentés à la *Sous-Commission française* de la *Commission*

internationale de l'Enseignement mathématique, par MM. Ch. Bioche, Albert de Saint-Germain, P. Rollet, Mlle Amieux.

2° *Climat du delta du Tonkin*, par G. Le Cadet. (Présenté par M. Violle.)

3° *Mission* Gruvel *sur la Côte occidentale d'Afrique* (1909-1910). (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Brooks* (1911 *c*) : *son aspect photographique et son spectre*. Note de MM. **J.-Ph. Lagrula** et **H. Chrétien**, présentée par M. Bassot.

La comète Brooks a été étudiée photographiquement, à l'Observatoire de Nice, avec les instruments qui nous ont servi précédemment pour ce genre de recherches ([1]).

Vues ordinaires. — Deux clichés ont été pris aux dates suivantes :

		Pose de :
1911, octobre	29	$16^h\ 6^m$ à $16^h 51^m$ T. m. Gr.
»	30	$16^h 39^m$ à $17^h\ 2^m$ T. m. Gr.

La deuxième pose a été partiellement contrariée par les brumes ; le cliché du 29 est le meilleur et c'est à lui que se réfèrent les résultats que nous résumons ainsi :

La comète Brooks présentait un noyau globulaire très nettement délimité de 20″ environ de diamètre et une queue formée de filaments nombreux, dont neuf étaient suffisamment bien marqués pour permettre la mesure de leurs angles de position respectifs.

Deux de ces filaments, les plus extérieurs, apparaissent comme de petites moustaches d'environ 30′ de longueur, écartées de 60°.

Les 7 autres constituent la partie principale de la queue, qui s'étend jusqu'au bord de la plaque, c'est-à-dire sur 7° environ, et dont l'axe est orienté suivant un angle de position de 311° (moyenne des pointés faits sur 7 filaments).

L'angle de position du rayon vecteur prolongé, calculé d'après l'éphéméride A. N. 4528, était de 303°,9 et la distance angulaire de la comète au Soleil de 29°,7.

([1]) *Comptes rendus*, 7 août 1911, p. 378.

Spectre. — En même temps que le cliché du 30 octobre, nous avons obtenu un très bon spectrogramme de cette comète, sur *plaque au pinacyanol*, ce qui nous a permis d'enregistrer d'un seul coup tout le spectre depuis l'ultraviolet jusqu'au rouge.

Si l'on rapproche ce spectre de ceux de la comète Daniel (1907 *d*) qui furent obtenus avec le même appareil, on est frappé de leur très grande analogie, car il y a identité absolue dans la partie commune aux spectrogrammes des deux comètes, c'est-à-dire de K à F (les spectrogrammes de la comète Daniel obtenus sur *plaques ordinaires* étant limités à cet intervalle). Il y a identité, non seulement qualitative, c'est-à-dire qu'on retrouve exactement la même suite de condensations photographiques, mais aussi quantitative, en ce sens que les rapports des intensités sont les mêmes, tant pour le spectre du noyau que pour ceux de la chevelure et de la queue.

Les radiations émises par le noyau de la comète Brooks forment un spectre continu auquel se superposent les bandes du cyanogène et du carbone; le spectre continu est interrompu par de petits espaces sombres qui sont vraisemblablement les lignes d'absorption du spectre solaire; le fait est indiscutable pour les raies h (410), G (430), F (486). D'ailleurs comme le noyau ne mesurait que 20″ de diamètre, ce qui donne à son spectre une largeur de $0^{mm},05$, on conçoit qu'il est difficile de repérer avec précision les autres lignes fines du spectre de la lumière solaire réfléchie. A ce point de vue, il y aurait avantage à élargir un peu le spectrogramme, par exemple en interposant une lentille cylindrique entre l'objectif et la plaque, très près de cette dernière. Nous expérimentons actuellement un tel dispositif.

Les bandes du cyanogène et du carbone s'étendent un peu dans le spectre de la queue; mais les radiations émises par cette dernière donnent surtout le spectre des doublets, qui ont été découverts à l'Observatoire de Nice, en 1907, précisément dans la comète Daniel et qui ont été observés, depuis, dans presque toutes les comètes. On sait que M. Fowler a pu, dans le laboratoire, reproduire ce spectre de doublets qu'il attribue aux composés du carbone à très basses pressions.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les surfaces* Ω. Note de M. A. Demoulin.

1. Par définition, il existe sur la normale en un point quelconque M d'une surface Ω un point $O(x, y, z)$ tel que les normalies développables de cette surface découpent sur la surface (O) un réseau conjugué à invariants égaux. Soit $O'(x', y', z')$ le conjugué harmonique de O par rapport aux centres de courbure principaux C, C′ de la surface (M). On sait que les normalies développables de (M) découpent aussi sur (O′) un réseau conjugué à invariants égaux. Désignons par ρ, ρ' les rayons des sphères Σ, Σ′ tangentes en M à la surface (M) et admettant pour centres les points O, O′, et appelons N, N′ les seconds points de contact des sphères Σ, Σ′ avec leurs enveloppes.

u, v désignant les paramètres des lignes de courbure de la surface (M), $x, y, z, \varepsilon, x^2+y^2+z^2-\rho^2$ satisfont à une équation de Laplace de la forme

$$(a)\qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v}+\frac{1}{2}\frac{\partial\log\lambda}{\partial v}\frac{\partial\theta}{\partial u}+\frac{1}{2}\frac{\partial\log\lambda}{\partial u}\frac{\partial\theta}{\partial v}=0.$$

Par suite, le point de l'espace à quatre dimensions dont les coordonnées sont $x, y, z, i\rho$ décrit un réseau O à invariants égaux.

2. Nous appellerons *réseau isothermique* tout réseau O à invariants égaux situé dans un espace à un nombre quelconque de dimensions. Les réseaux isothermiques de l'espace à n dimensions jouissent des propriétés suivantes, bien connues dans le cas où $n=3$:

1° Pour un choix convenable des paramètres u, v d'un réseau isothermique, le ds^2 de ce réseau est de la forme $ds^2=\mathrm{M}(du^2+dv^2)$.

2° L'inverse d'un réseau isothermique est un réseau isothermique.

3° Soient $(x, y, z, \ldots, t)$ les coordonnées d'un réseau isothermique. Ces quantités satisfont à une équation de forme (a). Au réseau isothermique, on peut en faire correspondre un autre $(x_1, y_1, z_1, \ldots, t_1)$ défini par les égalités

$$\frac{\partial(x_1, y_1, z_1, \ldots, t_1)}{\partial u}=\lambda\frac{\partial(x, y, z, \ldots, t)}{\partial u},\qquad \frac{\partial(x_1, y_1, z_1, \ldots, t_1)}{\partial u}=-\lambda\frac{\partial(x, y, z, \ldots, t)}{\partial u}.$$

3. Des deux dernières propriétés résultent deux transformations des réseaux isothermiques. En les appliquant aux réseaux $(x, y, z, i\rho)$ ou plutôt aux surfaces Ω qui leur correspondent, on obtient les résultats suivants :

1° L'inverse d'une surface Ω est une surface Ω.

2° A la surface Ω (M) correspond une surface Ω (M_1) définie comme il suit. Si l'on emploie pour la surface (M_1) les notations relatives à la surface (M) affectées de l'indice *un*, on a

$$\frac{\partial(x_1, y_1, z_1)}{\partial u}=\lambda\frac{\partial(x, y, z)}{\partial u},\qquad \frac{\partial(x_1, y_1, z_1)}{\partial v}=-\lambda\frac{\partial(x, y, z)}{\partial v};$$
$$\frac{\partial\rho_1}{\partial u}=\lambda\frac{\partial\rho}{\partial u},\qquad \frac{\partial\rho_1}{\partial u}=-\lambda\frac{\partial\rho}{\partial v}.$$

Les surfaces (M), (M_1) ont même représentation sphérique de leurs lignes de courbure et il en est de même des surfaces (N), (N_1) et (N′), (N'_1).

Les réseaux conjugués (u, v) à invariants égaux décrits par les points O, O_1 sont parallèles, et il en est de même des réseaux conjugués (u, v) à invariants égaux décrits par les points O′, O'_1.

Soit S le point d'intersection des droites CC_1, $C'C'_1$. Les droites OO'_1, $O'O_1$ se coupent au point S et sont harmoniquement conjuguées par rapport aux droites SCC_1, $SC'C'_1$.

Les sphères Σ, Σ', Σ_1, Σ'_1 enveloppent simultanément des périsphères réglés. Pour un choix convenable de paramètres u, v, ceux-ci sont définis par l'équation différentielle $du^2 + dv^2 = 0$. Les tangentes aux courbes $u + iv =$ const., $u - iv =$ const., tracées sur (O), sont respectivement parallèles aux tangentes, aux courbes $u - iv =$ const., $u + iv =$ const., tracées sur (O_1). Les surfaces (O'), (O'_1) jouissent de la même propriété.

Toutes ces relations entre les surfaces (M) et (M_1) rappellent celles qui existent entre deux surfaces isothermiques qui se correspondent dans la transformation de Christoffel, aussi appellerons-nous *transformation* C l'opération en vertu de laquelle on passe de la surface (M) à la surface (M_1).

Il est clair qu'en employant alternativement l'inversion et la transformation C, on peut déduire d'une surface Ω donnée, au moyen de quadratures seulement, une suite indéfinie de surfaces Ω.

4. Soient R, R' les rayons de courbure principaux de la surface (M) et R_1, R'_1 les rayons de courbure principaux de la surface (M_1). Si l'élément linéaire de la représentation sphérique de leurs lignes de courbure est donné par l'égalité

$$d\sigma^2 = q^2\,du^2 + p_1^2\,dv^2,$$

on a

$$(b)\qquad (R - R')(R_1 - R'_1) = m^2\left(\frac{U^2}{q^2} - \frac{V^2}{p_1^2}\right),$$

m désignant une constante arbitraire, U une fonction de u et V une fonction de v.

Réciproquement, si deux surfaces ayant même représentation sphérique de leurs lignes de courbure satisfont à une relation de la forme (b), elles sont Ω et se correspondent dans la transformation C.

5. Dans notre Note du 16 octobre 1911, nous avons démontré que les surfaces de M. Guichard sont Ω. Deux surfaces de M. Guichard *associées* se correspondent dans la transformation C. Si leurs rayons de courbure sont liés par la relation

$$RR'_1 + R'R_1 = 2,$$

on a

$$\rho\rho'_1 = 1, \qquad \rho'\rho_1 = 1.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un système différentiel à points critiques fixes*. Note de M. **L. Schlesinger**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans un Mémoire qui va paraître prochainement j'expose une théorie, concernant l'intégration du système différentiel du second degré, que j'avais établie dans ma Note insérée aux *Comptes rendus* (¹) et, sous une forme un peu différente, déjà en 1906 dans le Tome 129 du *Journal de Crelle*. Qu'il me soit permis de résumer ici succinctement les résultats dudit Mémoire.

Je démontre d'abord que la condition nécessaire et suffisante pour que les résidus $A_{ik}^{(\nu)}$ du système linéaire (A) (*loc. cit.*), dont le groupe ne dépend pas du point singulier a, satisfassent au système (3) (*loc. cit.*), consiste en ce que les résidus $-\sum_{\nu=1}^{\sigma} A_{ik}^{(\nu)}$, correspondant au point $x=\infty$, soient des quantités γ_{ik}, indépendantes de a_λ. Puis je remplace le système (3) (*loc. cit.*) par le système suivant :

$$(4)\quad \begin{cases} \dfrac{dB_{ik}^{(\nu)}}{da_\lambda} = \displaystyle\sum_{p=1}^{n} B_{ip}^{(\nu)} \frac{A_{pk}^{(\nu)}}{a_\lambda - a_\nu} \qquad (\nu = 1, \ldots, \lambda-1, \lambda+1, \ldots, \sigma); \\ (A_{ik}^{(\lambda)}) = -(\gamma_{ik}) - \displaystyle\sum_{\nu \neq \lambda} (B_{ik}^{(\nu)})^{-1} (\delta_{ik} r_i^{(\nu)}) (B_{ik}^{(\nu)}), \end{cases}$$

où les γ_{ik}, $r_i^{(\nu)}$ sont des constantes d'intégration du système (3) (*loc. cit.*) Je considère ensuite les divers systèmes d'intégrales du système différentiel (3) (*loc. cit.*), correspondant à un système déterminé des constantes d'intégration $c_{ik}^{(\nu)}$ (voir *loc. cit.*), et je montre que ces systèmes d'intégrales sont liés entre eux par des transformations algébriques et biuniformes, semblables aux transformations Cremona et formant un groupe T. Les fonctions méromorphes $E_{ik}^{(\nu)}$ (*loc. cit.*) ne changent pas de valeur, si l'on applique les transformations de T aux arguments de ces fonctions ; ce sont donc des fonctions *automorphes*. Je donne d'une manière explicite les transformations fondamentales du groupe T, et j'établis qu'elles dépendent rationnel-

(¹) *Comptes rendus*, t. 146, 20 janvier 1908, p. 106. Voir les équations (3) (*loc. cit.*). Je conserverai ici les notations de cette Note. Le cas particulier de mon système différentiel, correspondant à $n=2$, a été traité par M. Garnier dans sa remarquable Thèse (Paris, 1911), à l'aide des méthodes de M. Painlevé.

lement des $B_{ik}^{(\nu)}$, de manière que leurs dénominateurs ne sont autre chose qu'une puissance d'un élément déterminé de la matrice $(B_{ik}^{(\nu)})(B_{ik}^{(\rho)})^{-1}$. Si donc, par des conditions initiales, on détermine un système d'intégrales $B_{ik}^{(\nu)}$ du système différentiel (4) holomorphe au domaine d'une valeur finie $a_\lambda - a_{(\lambda)}^{(0)}$, différente des a_ν $(\nu \neq \lambda)$, les transformations du groupe T fournissent une infinité d'autres systèmes d'intégrales qui, au domaine de $a_{(\lambda)}^{(0)}$, sont ou holomorphes ou méromorphes, savoir tous les systèmes d'intégrales qui correspondent au même système de constantes d'intégration $c_{ik}^{(\nu)}$. Je montre qu'il y a toujours des systèmes, ayant $a_{(\lambda)}^{(0)}$ pour pôle, de manière que le système (4), et par suite aussi le système (3) (*loc. cit.*), *admet des pôles mobiles*. Soit $a_{(\lambda)}^{(1)}$ un point, différent des a_ν $(\nu \neq \lambda)$, où le système d'intégrales $B_{ik}^{(\nu)}$ cesse d'être holomorphe. De la résolubilité du problème de Riemann et de la théorie que je viens d'exposer, on conclut immédiatement que $a_\lambda^{(1)}$ n'est qu'un simple pôle pour les formations $B_{ik}^{(\nu)}$, c'est-à-dire que ces fonctions ne peuvent avoir d'autres points critiques que les a_ν $(\nu \neq \lambda)$ et ∞. *Les systèmes différentiels* (4) *et* (3) (*loc. cit.*) *sont donc à points critiques fixes*. L'étude qualitative des solutions au voisinage des points singuliers fixes se fait à l'aide des considérations que j'ai indiquées au commencement de ma Note citée ; on conclut, entre autres, que notre système différentiel admet des solutions particulières uniformes et aussi des solutions rationnelles. Les intégrales déterminées par des constantes d'intégration $c_{ik}^{(\nu)}$, telles que les racines des équations caractéristiques $|c_{ik}^{(\nu)} - \delta_{ik}\,\omega|$ ayant pour modules l'unité, c'est-à-dire que les constantes $r_i^{(\nu)}$ soient réelles, pourront être représentées à l'aide de séries toujours convergentes, provenant des séries zéta-fuchsiennes de M. Poincaré.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une propriété des transformations de Volterra.* Note de M. G. **Kowalewski**, présentée par M. Émile Picard.

Nous appelons transformation de Volterra une opération fonctionnelle de la forme

$$f_1(x) = f(x) + \int_0^x K(x, y) f(y)\,dy. \tag{1}$$

Nous supposerons ici la fonction $K(x, y)$ réelle et continue dans le domaine $0 \leqq y \leqq x \leqq 1$ et nous appliquerons l'opération (1) aux fonctions réelles et continues de l'intervalle $(0, 1)$.

On voit tout de suite que ces transformations forment un groupe (groupe de Volterra). Il y a dans ce groupe des transformations infinitésimales. Une telle transformation a la forme

$$f_1(x) = f(x) + \int_0^x k(x, y) f(y)\, dy \,.\, \delta t, \tag{2}$$

δt étant un facteur infinitésimal. Le but de cette Note est d'établir le fait que *chaque transformation du groupe de Volterra peut être engendrée* (au sens de M. Sophus Lie) *par une transformation infinitésimale de ce groupe*.

La transformation infinitésimale (2), appliquée continuellement pendant l'intervalle de temps $(0, t)$, engendrera une transformation finie qu'on peut écrire de la manière suivante

$$f_1(x) = f(x) + \frac{t}{1}\mathfrak{k}f + \frac{t^2}{1.2}\mathfrak{k}^2 f + \ldots = e^{t\mathfrak{k}}f,$$

où $\mathfrak{k}^2$, $\mathfrak{k}^3$, ... désignent les itérations de l'opération

$$\mathfrak{k}f = \int_0^x k(x, y) f(y)\, dy.$$

Il s'agit pour nous de réduire la transformation (1) ou, symboliquement écrit, la transformation

$$f_1(x) = f(x) + \mathcal{K}f,$$

à la forme

$$f_1(x) = e^{\mathfrak{k}}f, \tag{1'}$$

c'est-à-dire de résoudre l'équation symbolique

$$(1 + \mathcal{K})f = e^{\mathfrak{k}}f,$$

par rapport à $\mathfrak{k}$. Nous trouvons

$$\mathfrak{k}f = \log(1 + \mathcal{K})f = \left(\mathcal{K} - \frac{\mathcal{K}^2}{2} + \ldots\right)f.$$

Si l'on pose

$$K_1(x, y) = K(x, y) \qquad \text{et} \qquad K_n(x, y) = \int_y^x K(x, z) K_{n-1}(z, y)\, dz,$$

il viendra

$$\mathcal{K}^r f = \int_0^x K_r(x, y) f(y)\, dy,$$

et l'on aura

$$k(x, y) = K_1(x, y) - \frac{K_2(x, y)}{2} + \frac{K_3(x, y)}{3} - \ldots.$$

On reconnaît la convergence normale de cette série en regardant les inégalités

$$\left|\frac{K_r(x,y)}{r}\right| < \frac{M^r}{r!}(x-y)^{r-1} < \frac{M^r}{r!},$$

où M est le maximum de $|K(x,y)|$ dans le domaine $0 \leqq y \leqq x \leqq 1$.

La résolution de l'équation (2), dite équation de Volterra, par rapport à $f(x)$ n'offre maintenant aucune difficulté. Écrivons-la sous la forme (1′) et nous obtiendrons tout de suite

$$f(x) = e^{-\mathrm{h}}f_1 = e^{-\log(1+\mathcal{K})}f_1 = \frac{1}{1+\mathcal{K}}f_1 = f_1 - \mathcal{K}f_1 + \mathcal{K}^2 f_1 - \ldots.$$

C'est la formule connue due à Volterra.

MÉCANIQUE. — *Sur l'accélération des ondes de choc dans les fils.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

La présente Note a pour objet l'extension aux ondes de choc se propageant dans les fils de quelques résultats démontrés pour les ondes de choc des gaz (*Comptes rendus*, 2 avril et 7 mai 1906). J'adopterai les notations de M. Roy (*Comptes rendus*, 6 mars et 19 juin 1911) avec les compléments indiqués dans une Note *Sur la loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils* (*Comptes rendus*, 23 octobre 1911).

Soit une onde de choc propageant un mouvement 2 dans un mouvement 1. Pour chacun de ces mouvements, u, v, w, α, β, γ, ρ, Θ, s, T sont des fonctions de t et de ω, arc compté sur l'état initial du fil. Je supposerai qu'aucune force autre que les tensions n'agit sur les éléments du fil et que, dans le mouvement 1, le fil, de forme rectiligne, est animé d'une translation uniforme [u_1, v_1, w_1, ρ_1, Θ_1, s_1, T_1 sont des constantes [1]]. Pour simplifier l'écriture, je supprimerai l'indice 2 pour les grandeurs relatives au mouvement 2. Posons

$$(1) \qquad \psi = \alpha(u-u_1) + \beta(v-v_1) + \gamma(w-w_1).$$

[1] Plus généralement, il suffit, ρ_1, Θ_1, s_1, T_1 étant constants, que

$$\alpha_1\frac{\partial u_1}{\partial t} + \beta_1\frac{\partial v_1}{\partial t} + \gamma_1\frac{\partial w_1}{\partial t} = \alpha_1\frac{\partial u_1}{\partial \omega} + \beta_1\frac{\partial v_1}{\partial \omega} + \gamma_1\frac{\partial w_1}{\partial \omega} = 0.$$

Les équations indéfinies du mouvement 2 sont

$$\frac{\partial \Theta(\alpha,\beta,\gamma)}{\partial \omega} - \rho_0 \frac{\partial u}{\partial t} = 0,$$

d'où

$$(2)\qquad \frac{\partial \Theta}{\partial \omega} = \rho_0\left(\alpha\frac{\partial u}{\partial t} + \beta\frac{\partial v}{\partial t} + \gamma\frac{\partial w}{\partial t}\right),$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{\left(\frac{\partial x}{\partial \omega}\right)^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial \omega}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial \omega}\right)^2}},$$

d'où

$$(3)\qquad \frac{\partial \rho}{\partial t} = -\frac{\rho^2}{\rho_0}\left(\alpha\frac{\partial u}{\partial \omega} + \beta\frac{\partial v}{\partial \omega} + \gamma\frac{\partial w}{\partial \omega}\right).$$

Je supposerai d'ailleurs le mouvement 2 adiabatique et je considérerai la tension Θ et l'énergie interne U comme exprimées en fonction de ρ et de s.

Je me propose d'étudier l'accélération de l'onde de choc par rapport à l'état initial *censé homogène. Il doit être entendu d'ailleurs que l'onde de choc ne dépasse pas une certaine limite.*

Je m'occuperai, dans cette Note, des *ondes de choc de première espèce* pour lesquelles $\frac{\alpha}{\alpha_1} = \frac{\beta}{\beta_1} = \frac{\gamma}{\gamma_1} = +1$.

On a les formules

$$(4)\qquad \rho_0 V_0 = \frac{\Theta_1 - \Theta}{u - u_1}\alpha = \frac{\Theta_1 - \Theta}{v_1 - v}\beta = \frac{\Theta_1 - \Theta}{w_1 - w}\gamma = \frac{\Theta_1 - \Theta}{\psi},$$

$$(5)\qquad V_0^2 = \frac{\rho\rho_1}{\rho_0^2}\,\frac{\Theta - \Theta_1}{\rho_1 - \rho}, \qquad (\Theta_1 + \Theta)(\rho - \rho_1) + 2\rho\rho_1(U - U_1) = 0.$$

Je supposerai le fil tel que $\frac{\partial\left(\rho^2 \frac{\partial \Theta}{\partial \rho}\right)}{\partial \rho}$ soit négatif, c'est-à-dire tel que la vitesse des ondes longitudinales d'accélération croisse avec la densité [1] (Θ est exprimé en ρ et s). (Le théorème final serait d'ailleurs le même dans l'hypothèse contraire.) Il résulte alors de l'assimilation de ce cas avec celui des gaz (*Comptes rendus*, 23 octobre 1911) qu'on a, *au front de l'onde*, en vertu du principe de Carnot,

$$(6)\qquad s_2 > s_1, \qquad \rho_2 > \rho_1, \qquad \Theta_2 < \Theta_1, \qquad \psi > 0, \qquad H^2 > V_0^2.$$

---

[1] Sur cette condition, voir *Propagation des réactions chimiques dans les gaz* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906, p. 39).

Dans ces inégalités, on a posé

$$H = \sqrt{-\frac{\rho^2}{\rho_0^2}\frac{\partial\Theta}{\partial\rho}} = \sqrt{-\frac{\rho^2}{\rho_0^2}\frac{\frac{\partial\Theta}{\partial t}}{\frac{\partial\rho}{\partial t}}}.$$

C'est la vitesse des ondes longitudinales d'accélération *immédiatement derrière le front de l'onde.*

Dérivons la première équation (4) par rapport à la caractéristique

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + V_0\frac{\partial}{\partial\omega},$$

de manière à suivre le front de l'onde. Il vient

$$\rho_0\frac{dV_0}{dt} = \frac{\Theta - \Theta_1}{\psi^2}\left(\frac{\partial\psi}{\partial t} + V_0\frac{\partial\psi}{\partial\omega}\right) + \frac{1}{\psi}\left(\frac{\partial\Theta}{\partial t} + V_0\frac{\partial\Theta}{\partial\omega}\right).$$

Mais remarquons que, *sur le front de l'onde*, on a, en vertu de (4),

$$\frac{\partial\psi}{\partial t} = \alpha\frac{\partial u}{\partial t} + \beta\frac{\partial v}{\partial t} + \gamma\frac{\partial w}{\partial t} \quad \text{et} \quad \frac{\partial\psi}{\partial\omega} = \alpha\frac{\partial u}{\partial\omega} + \beta\frac{\partial v}{\partial\omega} + \gamma\frac{\partial w}{\partial\omega}.$$

L'équation précédente peut donc s'écrire par (4), (5), (6),

$$(7) \qquad \rho_0\frac{dV_0}{dt} = -\frac{2}{\psi}\frac{d\Theta}{dt} + \frac{1}{\psi}\frac{\rho_0^2}{\rho^2}\frac{\partial\rho}{\partial t}(V_0^2 - H^2).$$

Mais, d'autre part, les équations (5) donnent :

$$(8) \qquad \left\{\begin{aligned} \frac{d\rho}{dt} &= \frac{2\rho_1\rho T + (\rho - \rho_1)\frac{\partial\Theta}{\partial s}}{2\rho_1\rho T\frac{\partial\Theta}{\partial\rho} + \frac{\rho_0^2}{\rho^2}(\rho_1 - \rho)V_0^2\frac{\partial\Theta}{\partial s}}\frac{d\Theta}{dt} = -A\frac{d\Theta}{dt}, \\ -\frac{2}{\psi}\frac{d\Theta}{dt} &= 2\,\frac{2\rho_1\rho T\frac{\partial\Theta}{\partial\rho} + \frac{\rho_0^2}{\rho^2}(\rho_1 - \rho)\frac{\partial\Theta}{\partial s}}{\rho_0^2\frac{\rho_1}{\rho}T(V_0^2 - H^2)}\rho_0\frac{dV_0}{dt} = B\rho_0\frac{dV_0}{dt}. \end{aligned}\right.$$

Il résulte d'ailleurs de (6) que, si la discontinuité n'est pas trop forte, on a

$$A > 0, \qquad B > 1.$$

(7) devient alors

$$(9) \qquad \frac{dV_0}{dt} = k^2\frac{\partial\rho}{\partial t}.$$

Si l'on se rappelle que l'onde de choc produit une condensation, (8) et (9) donnent le théorème suivant :

Si, immédiatement en arrière du front de l'onde, la densité d'un élément varie dans le même sens qu'à la traversée de l'onde, la discontinuité propagée va en s'accentuant et la célérité s'accélère. C'est l'inverse dans le cas contraire.

PHYSIQUE. — *Sur la propagation de la lumière dans les corps fluorescents.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Parmi les problèmes qui, dans l'étude de la fluorescence, méritent de fixer l'attention, il en est un qui a provoqué des discussions intéressantes. L'état de fluorescence d'un corps peut-il modifier son pouvoir absorbant pour les radiations de même période que les radiations émises?

M. W. Wien (1), se plaçant au point du vue théorique a soulevé le premier cette question. M. Burke (2), dans un travail intitulé « *On the change of absorption produced by fluorescence* », a conclu de ses expériences que le pouvoir absorbant du verre d'urane augmente lorsque la fluorescence est excitée. MM. Nichols et Merritt (3), ayant mesuré pour diverses longueurs d'onde la transparence de solutions de fluoresceïne, d'éosine et de rézazurine ont trouvé que l'état de fluorescence produit un accroissement de l'absorption : les courbes représentant « *l'absorption de fluorescence* » en fonction de la longueur d'onde présentent les mêmes caractères et les mêmes formes que les courbes d'intensité de la fluorescence et ont leur maximum pour la même radiation.

Cependant M. Camichel (4), n'ayant observé aucun effet semblable avec le verre d'urane, a mis en doute l'exactitude des résultats de M. Burke. La question a alors donné lieu à un échange de vues entre MM. Burke (2), Nichols (3), Camichel (4).

Mais d'autre part miss Wick (5) avec la résorufine a confirmé et étendu les conclusions de MM. Nichols et Merritt, tandis que M. R.-W. Wood (6) n'a obtenu que des résultats négatifs; récemment enfin MM. Nichols et Merritt (7) eux-mêmes ont reconnu que leurs précédentes expériences sont entachées d'une erreur systématique. Au milieu de toutes ces controverses et contradictions, il est difficile de se faire une opinion.

---

(1) W. Wien, *Wied. Ann.*, t. LII, 1894, p. 132.

(2) J. Burke, *Proc. Roy. Soc.*, t. LXI, 1897, p. 485; t. LXXVI A, 1905, p. 165.

(3) E. Nichols and E. Merritt, *Phys. Rev.*, t. XVIII, 1904, p. 447; t. XIX, 1904, p. 396.

(4) C. Camichel, *Jahrb. d. Radioakt.*, t. II, 1905, p. 149; *J. de Phys.*, t. IV, 1905, p. 873; *Comptes rendus*, t. 140, p. 139; t. 141, p. 185 et 249.

(5) F.-G. Wick, *Phys. Rev.*, t. XXIV, 1907, p. 407.

(6) R.-W. Wood, *Phil. Mag.*, t. XVI, 1908, p. 940.

(7) E. Nichols and E. Merritt, *Phys. Rev.*, t. XXXI, 1910, p. 500.

J'ai pensé que les cristaux de rubis et d'émeraude, dont quelques bandes fines et intenses (spectres dus à des traces de chrome) appartiennent à la fois au spectre d'absorption et au spectre de phosphorescence, pourraient apporter une contribution à l'étude de la propagation de la lumière pendant la fluorescence. Les expériences qui vont être décrites n'ont donné que des résultats absolument négatifs : je crois cependant utile de les signaler parce que, au lieu de se rapporter, comme celles des précédents auteurs, à l'étude directe de l'absorption, elles ont trait à la dispersion de la lumière. Ces deux effets, absorption et dispersion, sont connexes, mais une variation de l'indice de réfraction peut se mettre en évidence plus aisément et plus sûrement qu'un changement dans la proportion de lumière transmise.

J'ai indiqué précédemment [1] une méthode qui permet d'étudier la dispersion auprès des bandes d'absorption des cristaux polychroïques, en produisant des franges qui dessinent dans le spectre la courbe de biréfringence. Les bandes $691^{\mu\mu},8$ et $693^{\mu\mu},2$ du rubis sont beaucoup plus intenses dans le spectre ordinaire que dans le spectre extraordinaire, et avec une lame de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur, la dislocation des franges auprès de ces bandes est grande, surtout à la température de l'air liquide.

Si l'excitation de la fluorescence modifiait les indices de réfraction, l'effet devrait se traduire par un déplacement des franges au voisinage et à l'intérieur des bandes.

Une lame de rubis, parallèle à l'axe, de 2^{mm} d'épaisseur, est traversée par un faisceau émané d'une première source, et polarisé à 45° de l'horizontale. Sur la fente du spectroscope est placé un compensateur de Babinet (franges normales à la fente) et derrière la fente se trouve un nicol à 45° : on produit ainsi les franges. Une seconde source placée latéralement permet d'exciter la fluorescence et, pour observer une fluorescence aussi intense que possible, on projette sur la fente l'image d'une région de la lame très voisine de la face tournée vers la lumière excitatrice.

En masquant et rétablissant alternativement la lumière excitatrice, on croit d'abord voir un déplacement des franges sur les bords des bandes, mais il est facile de se rendre compte que cette apparence n'est qu'une illusion. En effet, la fluorescence modifie l'aspect des bandes d'absorption et peut même faire apparaître des bandes lumineuses à la place des bandes obscures : de part et d'autre d'une bande les parties fortement incurvées

---

(1) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, t. 145; *Radium*, t. IV, 1907, p. 334.

d'une frange semblent alors s'écarter; mais si l'on pointe la frange avec un réticule, on n'observe plus aucun déplacement.

Par la photographie, on démontre mieux la fixité des franges: sur un cliché, on photographie les franges pendant la fluorescence; sur un deuxième cliché, on enregistre successivement les franges sans fluorescence, puis les bandes de fluorescence sans les franges. Les deux épreuves sont identiques.

Voici enfin une autre expérience : on prend un écran rouge absorbant les radiations excitatrices et l'on supprime la source latérale, en ne conservant par conséquent que la première source. Si l'on place l'écran entre cette source et le cristal, on obtient les franges sans fluorescence; si l'on dispose l'écran entre le cristal et le spectroscope, on observe les franges pendant que la fluorescence est provoquée, sinon dans toute la lame de rubis, du moins sur une notable épaisseur du cristal. Avec deux écrans identiques intercalés avec des alternances régulières, l'un entre la source et le rubis, l'autre entre le rubis et la fente, on ne voit aucun déplacement des franges. L'illusion de la première expérience est évitée, car les bandes ne changent presque pas d'aspect.

Les bandes de l'émeraude donnent aussi des résultats négatifs.

Ainsi, ni dans le rubis, ni dans l'émeraude, l'état de fluorescence ne modifie d'une façon sensible la vitesse de propagation des radiations de même période que les radiations émises. Une variation d'indice de 10^{-6}, cinquante fois plus petite que la variation due à l'absorption pour la bande $693^{\mu\mu},2$ du rubis, aurait été visible. Sans pouvoir, bien entendu, affirmer qu'il ne se produit pas un effet plus petit, il me paraît bien probable que « l'absorption de fluorescence » n'existe pas.

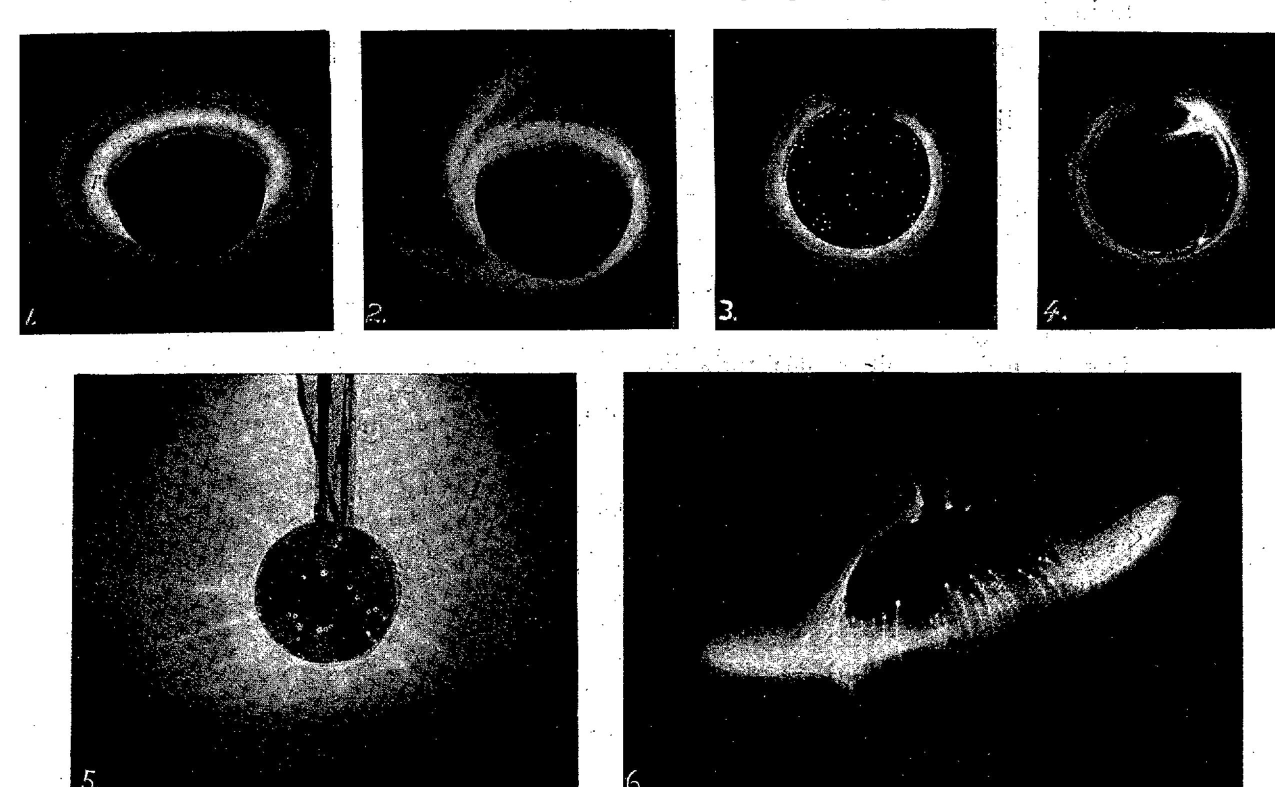
PHYSIQUE. — *Phénomènes célestes et analogies expérimentales.* Note de M. Kr. Birkeland, présentée par M. H. Poincaré.

Dans quelques Notes récentes, je viens de décrire une série d'expériences faites avec un globe magnétique comme cathode dans un grand vase de décharge, expériences dans lesquelles j'ai réussi à reproduire d'une façon remarquable divers phénomènes célestes.

En approfondissant ces recherches, il m'a été possible, d'abord, d'obtenir des analogies nouvelles, puis, en second lieu, de meilleurs clichés relatifs aux phénomènes observés antérieurement.

La figure 1 nous montre autour du globe des anneaux ressemblant aux anneaux de Saturne.

On y voit nettement, outre un anneau très lumineux et extérieurement à lui, un autre anneau moins lumineux. Il est même arrivé quelquefois qu'un troisième anneau



a paru encore plus au dehors, en restant séparé des deux autres par une division obscure.

La figure 2 représente une expérience qui semble rappeler les nébuleuses.

Il sort souvent du globe, sous une aimantation convenable et sous une pression de gaz assez élevée, 2, 3 ou 4 bras lumineux, recourbés en spirale dans le plan de l'équateur : c'est un phénomène assez stable, ayant beaucoup de ressemblance avec les images des nébuleuses d'Andromède ou des Chiens de chasse.

Nous savons que, parmi les 120 000 nébuleuses semées dans les cieux, la moitié au moins se présentent sous la forme spirale. La photographie reproduite ici a été obtenue par hasard : j'ai vu apparaître des images plus inté-

ressantes encore. L'hypothèse attribuant une origine pour ainsi dire électrique à l'évolution des systèmes stellaires, mentionnée dans une Note précédente, semble ici pouvoir être substituée à l'hypothèse nébulaire de Laplace, tout aussi bien que l'hypothèse météorique ou l'hypothèse planétésimale.

La figure 3 nous montre comme quoi les taches d'éruption par décharges disruptives, décrites dans une Note sur le Soleil et ses taches, sont uniformément distribuées, lorsque le globe cathode est uni et non aimanté.

Si la pression du gaz est très petite pendant ces décharges, il sort (*fig.* 5, globe non aimanté) de chacune des taches un étroit faisceau de rayons cathodiques, si intense que le gaz est illuminé le long du faisceau jusqu'à la paroi du vase. Ce phénomène tout à fait splendide nous rappelle bien notre hypothèse d'après laquelle les taches du Soleil émettent parfois dans l'espace de longs faisceaux de rayons cathodiques.

Si la pression du gaz augmente, ces faisceaux de rayons ne sortent plus radialement du globe, mais on voit les décharges disruptives se manifester sous la forme d'une étoile à 4 ou 5 branches partant d'une tache d'éruption et suivant presque la surface du globe non magnétique pour souvent se rencontrer en un point du globe diamétralement opposé (voir *fig.* 4).

Or, si l'on fait aimanter légèrement le globe, on voit les taches d'éruption se ranger en ceintures (*Comptes rendus*, 21 août 1911), avec de longs faisceaux sortant dans l'espace presque comme sur la figure 5. Seulement ces faisceaux sont courbés par le magnétisme, ce qui est justement analogue à ce que nous avons supposé pour les faisceaux de rayons cathodiques partant du Soleil.

Il arrive presque toujours dans cette expérience qu'il y a deux ou trois branches lumineuses tournant en spirale autour de la tache d'éruption et au voisinage de la surface du globe. Ces tourbillons sont dirigés dans le sens opposé à celui des aiguilles d'une montre, sur l'hémisphère contenant le pôle Nord magnétique et dans ce sens même sur l'hémisphère opposé.

Cela correspond parfaitement avec les résultats récents obtenus par Hale et Fox relativement aux tourbillons dans les filaments d'hydrogène et les vapeurs de calcium autour d'une tache solaire pourvu qu'on admette, comme je l'ai trouvé, que le Soleil et la Terre soient inversement aimantés (*Comptes rendus*, 24 janvier 1910).

Les décharges du globe-cathode sont en partie relativement continues sur toute la surface et en partie disruptives par intervalles; elles portent alors des taches d'éruption.

J'ai cherché par différentes méthodes à trouver une valeur de la capacité bien singulière de ce globe correspondant à ces décharges disruptives, capacité qui semble varier sensiblement suivant les conditions de la décharge.

Pour ce globe (de 8^{cm} de diamètre), cette capacité varie aux alentours de $\frac{1}{100}$ de microfarad, et je suppose que le Soleil a une capacité correspondante dans le rapport du carré des rayons : $C = 3.10^{18}$ microfarads.

En calculant la tension des décharges solaires d'après la valeur $H\rho = 3.10^6$ C. G. S. [voir M. Abraham, *Theorie der Elektrizität*, t. II, p. 183, équation (120 *bis*)], je trouve $\mathcal{E} = 6,4.10^8$ volts, l'énergie $\frac{1}{2}\mathcal{E}^2 C = 5,9.10^{36}$ ergs, transformée en chaleur, suffira pour chauffer de 175° C. un globe de fer aussi gros que la Terre.

Les taches solaires peuvent être considérées comme les centres d'éruption de pareilles décharges disruptives; il n'est pas nécessaire d'admettre que la photosphère soit directement percée par des arcs électriques.

La figure 6 montre comme quoi une branche de décharge portant des taches suit parfois les lignes de force magnétiques au voisinage de l'équateur et donne lieu à un phénomène rappelant beaucoup les filaments noirs sur le Soleil, étudiés par Hale, Ellermann, Fox, Evershed, par Deslandres et d'Azambuja.

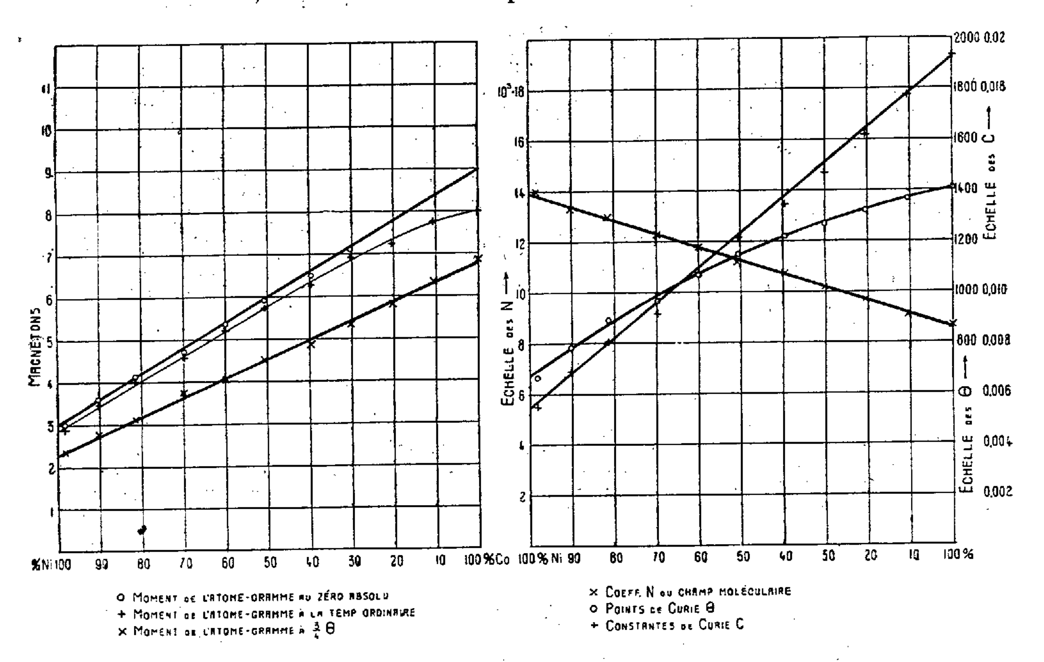
MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation du nickel, du cobalt et des alliages de nickel et de cobalt.* Note de MM. **Pierre Weiss** et **O. Bloch**, présentée par M. J. Violle.

Une étude antérieure des ferro-nickels réversibles a mis en évidence plusieurs lois intéressantes. Les aimantations à saturation absolues, les constantes de Curie et les constantes N du champ moléculaire varient linéairement en fonction de la teneur. La première de ces lois est une conséquence nécessaire de l'invariabilité des moments atomiques, la seconde en résulte, si l'on admet, en outre, que la masse moléculaire reste la même dans les mélanges que dans le corps purs. Quant à la troisième, rien ne la faisait prévoir. Il s'était en outre présenté des particularités tenant à ce que le même atome peut avoir, suivant les conditions de température et la nature de ceux auxquels il est allié, différents moments atomiques, exprimables par des nombres entiers de magnétons. Ainsi le nickel avait, au-dessus du point de Curie, 8 magnétons à l'état pur et 9 quand il était allié à Fe^2Ni dans les ferro-nickels réversibles.

L'étude des nickels-cobalts a révélé des propriétés analogues. La courbe supérieure de la figure 1 donne les moments atomiques exprimés en magné-

tons-grammes (le magnéton-gramme = 1123,5). Ces quantités ont été déterminées en mesurant l'aimantation à saturation des alliages de 10 en 10 pour 100 jusqu'à la température de l'air liquide, et en extrapolant jusqu'au zéro absolu. Il n'en résulte qu'une assez faible incertitude. On retrouve ainsi, pour le nickel pur, les trois magnétons précédemment déterminés.

Pour le cobalt, la mesure n'avait pu être faite, à cause de son extrême



dureté magnétique, rendant la saturation inaccessible. Il en est de même pour les alliages à 80 et 90 pour 100 de cobalt. Mais les moments atomiques des alliages moins riches en cobalt qui sont accessibles dans des champs de l'ordre de 10000^g, manifestent nettement la variation linéaire en fonction de la composition centésimale. En prolongeant la droite jusqu'au cobalt pur, on trouve, pour ce dernier, 8,94 magnétons, c'est-à-dire 9, au degré de précision des expériences.

Dans la même figure, la deuxième courbe représente l'aimantation observée à la température ordinaire dans un champ de 10000 gauss.

A des températures plus élevées, la saturation peut être observée directement, même pour les alliages les plus riches en cobalt. Nous avons porté dans la troisième courbe de la figure 1 les aimantations à saturation aux températures égales aux $\frac{3}{4}$ de celles des points de Curie. Son caractère

rectiligne est conforme à la loi des états correspondants magnétiques. Cette loi, qui n'est pas générale, est valable ici.

La figure 2 donne la représentation des constantes de Curie des alliages. C'est sensiblement une droite. Les valeurs pour les métaux purs ont été observées directement. On en obtient une deuxième détermination en menant par la méthode des moindres carrés la droite par les points correspondant aux alliages. De chacune de ces constantes de Curie on déduit le nombre de magnétons des métaux dans l'état où ils se trouvent au-dessus des points de Curie. On trouve :

	Nickel.	Cobalt.
Directement	7,99	15,01
Limite des alliages	7,82	14,92

Les déterminations directes surtout sont très voisines de nombres entiers.

Grâce aux perfectionnements apportés à la technique expérimentale, il a aussi été possible de découvrir la véritable signification d'une irrégularité notée dans les expériences antérieures de Weiss et Foëx sur le nickel comme une erreur probable dans la mesure des températures. En réalité, un changement d'état se produit à 900° environ, consistant dans l'apparition du nickel à 9 magnétons. On trouve en effet 8,96 magnétons. C'est précisément l'état dans lequel le nickel se trouve dans les ferro-nickels réversibles. Il est remarquable que le fait de l'alliage provoque dans le nickel un état que le métal pur n'atteint qu'à une température plus élevée de plusieurs centaines de degrés. Il y a là, semble-t-il, l'indication d'un retentissement de la nature du milieu sur l'état magnétique intérieur de l'atome.

Les constantes N du champ moléculaire portées dans la figure 2 ont été calculées au moyen de la relation

$$C.N.D = \theta,$$

où C est la constante de Curie, D la densité, θ la température du point de Curie. La variation des N est très exactement linéaire. La troisième courbe de la figure 2 représente les θ. La densité D variant peu, il résulte des deux variations linéaires précédemment mentionnées que la courbe des θ est sensiblement une parabole.

PHYSICO-CHIMIE APPLIQUÉE. — *Recherches sur la radioactivité des eaux de Vals-les-Bains.* Note de MM. **Chaspoul** et **Jaubert de Beaujeu**, présentée par M. A. Chauveau.

Nous avons déterminé la radioactivité des eaux et des gaz spontanés des principales sources de Vals-les-Bains en utilisant l'électromètre à compensation de M. Hurmuzescu (¹) gradué en volts et en milligrammes-minute de bromure de radium (²).

L'étude de ces eaux a été faite à la source et au laboratoire en opérant chaque fois sur 3^l d'eau et 1^l de gaz.

Nous n'insisterons pas sur la technique employée pour l'eau qui est toujours ramenée à celle des gaz, et nous donnerons la marche que nous avons suivie dans la détermination de la radioactivité des gaz.

Les gaz étaient récoltés dans les meilleures conditions possibles, en renversant sur l'eau un flacon de 1^l rempli d'eau et dont le col était muni d'un bouchon laissant passer un large entonnoir.

Lorsque le flacon était plein de gaz on le bouchait hermétiquement sous l'eau au moyen d'un bouchon percé de trous laissant passer deux tubes de verre recourbés, étirés à leurs extrémités extérieures et fermés à la lampe; ainsi préparé, le flacon était transporté au laboratoire, où l'on adaptait aux extrémités étirées deux tubes de caoutchouc mis en relation d'un côté avec la soufflerie, de l'autre avec un flacon de Cloez à acide sulfurique en communication avec le disperseur. On brisait dans le caoutchouc les pointes de verre et le système était mis en marche.

Les mesures étaient faites au moyen d'un chronomètre au $\frac{1}{5}$ de seconde et l'on notait le nombre de divisions du micromètre parcourues par la feuille d'or, soit en 1 minute, soit en 10 minutes, suivant l'activité; on répétait ces mesures tous les quarts d'heure pendant 5 minutes au moins. Le maximum était généralement obtenu entre la troisième et la quatrième heure; c'est ce chiffre que nous notions et qui servait à définir la radioactivité du gaz soumis à l'expérience.

Dans le cas d'une eau, le prélèvement s'effectuait de la même façon dans un flacon de 3^l.

Les chiffres que nous donnons représentent la radioactivité des eaux et des gaz mesurée :

1° Par le courant de décharge I dû à la dispersion de la charge d'un

---

(¹) Hurmuzescu, *Annales scient. de l'Université de Jassy*, 1908.

(²) Chaspoul et Jaubert de Beaujeu, *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, août 1911.

corps électrisé, soumis à l'influence des émanations et calculé par la formule

$$I = C\frac{(V_0 - V_t)}{300\,t}\,\frac{M_t}{M_0}\ \text{U. E. S.} \qquad (\text{pour } 1^l);$$

2° En milligrammes-minute d'émanation du radium (exprimée pour 10^l).

Dans tous les cas le courant de saturation maximum a été perçu et la radioactivité a diminué sensiblement de moitié en 4 jours.

Dans le Tableau ci-dessous, il nous a paru intéressant de faire figurer les quantités d'acide carbonique libre pour chacune des sources étudiées.

1. — Eaux bicarbonatées sodiques.

Radioactivité des gaz à la source.

Noms des sources.	En U.E.S. pour 1 litre.	En milligr.-minute de bromure de radium pour 10 litres.	Acide carbonique libre.
Souveraine	$10,7 \cdot 10^{-3}$	0,694	2,560
Saint-Jean-Marie	$3,96 \cdot 10^{-3}$	0,254	2,308
Saint-Jean	$2,39 \cdot 10^{-3}$	0,155	2,117
Précieuse	$1,47 \cdot 10^{-3}$	0,095	1,942
Alexandre	$0,737 \cdot 10^{-3}$	0,047	1,427

Radioactivité des eaux à la source.

Noms des sources.	En U.E.S. pour 1 litre.	En milligr.-minute de bromure de radium pour 10 litres.
Souveraine	$2,21 \cdot 10^{-3}$	0,143
Saint-Jean-Marie	$0,419 \cdot 10^{-3}$	0,0270
Saint-Jean	$0,299 \cdot 10^{-3}$	0,0194
Précieuse	$0,184 \cdot 10^{-3}$	0,0119
Alexandre	$0,115 \cdot 10^{-3}$	0,0074

2. — Eau ferro-arsenicale.

	En U.E.S.	En milligr.-minute de bromure de radium pour 10 litres.
Source Dominique (gaz)	$18,31 \cdot 10^{-3}$	1,18

En général, il n'existe aucun rapport entre les principes minéralisateurs et la radioactivité des eaux ; ce qui n'a pas lieu pour les eaux bicarbonatées sodiques de Vals où l'acide carbonique libre varie dans le même sens que la radioactivité.

Conclusions. — Les résultats précédents montrent :

1° Que les eaux et les gaz spontanés des sources de Vals sont très nettement radioactifs;

2° Que toutes ces radioactivités sont dues à l'émanation du radium ;

3° Que pour les eaux bicarbonatées sodiques ces radioactivités paraissent varier dans le même sens que la quantité d'acide carbonique libre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Au sujet de nouvelles hypothèses sur l'état moléculaire des corps en solution.* Note de MM. **Pierre Girard** et **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

L'état des corps en solution a, dans ces derniers temps, fait l'objet d'une série de communications de MM. Colson et Fouard. Les mesures de M. Colson reposent surtout sur la cryoscopie et celles de M. Fouard sur l'osmométrie. Ces auteurs arrivent à l'hypothèse : 1° que certains corps non électrolytes, par exemple le sucre, sont polymérisés en solution aqueuse, et 2° que la théorie de dissociation électrolytique d'Arrhenius ne s'applique pas, tout au moins dans sa généralité. L'importance de la question soulevée est telle qu'on doit s'y arrêter et examiner jusqu'à quel point les conclusions précédentes peuvent être admises.

Considérons d'abord les mesures osmométriques de M. Fouard. Cet auteur se sert de membranes de ferrocyanure de cuivre et de tannate de gélatine qui sont formées par précipitation sur une membrane de collodion servant de support.

Les mesures de pression osmotique avec des membranes semi-perméables sont d'une délicatesse extrême, il faut en effet réaliser des membranes qui soient absolument imperméables aux molécules du corps dissous; or Walden, Tammann et d'autres auteurs ont montré que la plupart des électrolytes traversent ces membranes de précipitation. Pour les non-électrolytes, tels que le saccharose, le glucose, etc., on a pu réaliser des membranes de ferrocyanure absolument imperméables à ces molécules, et les travaux remarquables par leur précision de Morse et de ses élèves Frazer, Lovelace, Rogers, Horn, Holland, poursuivis depuis 1903 jusqu'en 1911 avec des membranes de ferrocyanure de cuivre, ont montré que l'écart entre la pression osmotique mesurée et la pression calculée, d'après les lois des gaz de Boyle-Mariotte et de Gay-Lussac, est toujours inférieur à 1 pour 100; souvent cet écart est seulement de 1 à 2 millièmes, et ceci jusqu'à 30^{atm}.

Il n'y a donc pas lieu d'admettre pour ces corps l'existence d'un état polymérisé en solution.

Étant donné que, d'après les recherches de cryoscopie de précision, l'abaissement moléculaire du saccharose est, pour les concentrations comprises entre 0,00033 N et 0,13 N, égal à 1°,88, tandis que pour l'acide acétique cet abaissement moléculaire calculé pour $CH^3CO^2H = 60,03$ varie pour les concentrations de 0,276 N à 0,003 N entre 1°,86 et 2°,01; on voit que l'hypothèse d'après laquelle l'acide acétique serait en solution aqueuse à l'état de molécules polymérisées (par exemple doubles), comme le suppose M. Colson, ne peut pas être admise, sinon on pourrait facilement imaginer un cycle réalisant le mouvement perpétuel.

En ce qui concerne les électrolytes, nous ferons d'abord remarquer que la méthode osmométrique différentielle de M. Fouard est identique, quant au principe, à celle utilisée dès 1881 par de Vries sous le nom de *plasmolyse*.

L'innovation apportée par M. Fouard consiste seulement dans la substitution à la membrane protoplasmatique vivante d'une membrane en collodion recouverte de ferrocyanure de cuivre. On sait que de Vries a montré qu'une solution d'un électrolyte est toujours hypertonique par rapport à une solution isomoléculaire d'un non-électrolyte. Les résultats de M. Fouard sont tout opposés à ceux de de Vries pour KCl, $BaCl^2$ et SO^4Cu et coïncident à peu près pour SO^4K^2.

Nous pensons que, pour la détermination des poids moléculaires des électrolytes, les mesures osmométriques avec les membranes en ferrocyanure de cuivre ne peuvent être utilisées, par suite de la perméabilité de ces membranes à la plupart des électrolytes, ce qui rend impossible l'obtention d'un équilibre osmotique vrai. Dans les mesures faites par la méthode différentielle de M. Fouard doivent intervenir, d'une part, des phénomènes de diffusion créant des différences de concentration près de la membrane et produisant ainsi des courants d'endosmose ou d'exosmose de l'eau, et, d'autre part, des actions électrostatiques provenant de la production de couches doubles dans les interstices de la membrane et de l'existence d'un champ électrique entre les deux solutions séparées par la membrane ; ces actions électrostatiques jouent un rôle très important dans le mécanisme de l'osmose, ainsi que l'a montré antérieurement l'un de nous (*Comptes rendus*, 7 août 1911).

Il est remarquable que, dans les expériences de de Vries, ces facteurs électrostatiques étaient réduits au minimum. En effet, aux solutions de sels

neutres, de Vries opposait des cellules de *Tradescantia discolor* dont le contenu est neutre; aux acides et sels acides, il opposait comme indicateur les cellules de *Begonia manicata* ou du *Curcuma rubricaulis*, qui sont acides; de cette façon, la différence de potentiel était toujours voisine de zéro.

Dans les expériences de M. Fouard, nous croyons qu'au contraire la différence de potentiel entre les deux solutions séparées par la membrane est toujours notable. En effet la membrane de collodion, même très bien lavée, est toujours acide, ainsi que cela résulte des mesures d'osmose électrique et des expériences de Sheppard sur la dialyse des matières colorantes à travers le collodion. De plus, en opposant un électrolyte à un non-électrolyte, on réalise les conditions de différences de potentiel maximum. L'un de nous eut l'occasion de constater, dans des expériences très analogues à celles de M. Fouard, mais faites avec des membranes de vessie de porc, que les solutions de sels neutres, calculées isotoniques à l'aide des coefficients de de Vries, restaient parfaitement en équilibre osmotique pour des durées d'expériences courtes; mais, dès que l'on plaçait d'un côté des solutions de sels acides ou basiques capables d'engendrer des couches doubles, la rupture d'équilibre était presque immédiate et toujours notable.

En *résumé*, nous pensons que dans les expériences de M. Fouard l'équilibre observé ne correspond pas à une égalité de pression osmotique des solutions comparées, mais est le résultat de courants osmotiques dont le mécanisme est surtout d'origine électrostatique. On ne peut donc pas invoquer ces expériences pour en déduire l'existence de polymérisation des molécules et la non-application de la théorie de Van 't Hoff et d'Arrhenius.

La pression osmotique mesurée pour le saccharose par Morse correspond exactement au poids moléculaire de 342, l'abaissement cryoscopique de l'acide acétique est le même que celui d'une solution isomoléculaire de sucre; donc les molécules d'acide acétique sont, en solution aqueuse, à l'état de molécules simples, et non doubles, comme le suppose M. Colson.

Les faits signalés par MM. Colson et Fouard ne portent donc aucune atteinte aux théories de Van 't Hoff et d'Arrhenius.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les amides hypoiodeux.* Note de M. E. **Boismenu**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note précédente (¹) j'ai montré que les amides bromés sont

(¹) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 678.

des amides hypobromeux. A la suite de cette conclusion et après les travaux de Bunge ([1]) sur le succinimide iodé et ceux de Selivanoff ([2]) sur l'acétamide iodé, j'ai cherché à obtenir des amides hypoiodeux.

Acétamide iodé. — On met dans un flacon émeri :

Acétamide	1g,475
Éther acétique	100cm³

D'autre part, on pèse :

Iode pulvérisé	7g

On introduit dans la solution 0g,15 à 0g,20 d'iode, puis un peu d'hydrate d'argent sec; on agite jusqu'à décoloration.

On continue les additions successives d'iode et d'hydrate d'argent jusqu'à épuisement complet de la provision d'iode. La solution filtrée est évaporée dans un courant d'air sec et le produit solide obtenu est essoré au papier et trituré avec 2cm³ ou 3cm³ de chloroforme. Après décantation de ce dernier, le corps, qui est très blanc, est séché et analysé :

	Trouvé.				Calculé pour
	I.	II.	III.	IV.	$CH^3.CO.NH.I.$
I pour 100	68,39	68,05	68,49	68,08	68,64
N pour 100	7,81	7,84	7,75	7,80	7,57

L'acétamide iodé fond vers 143° en un liquide rouge brun qui dégage de l'iode. Il est soluble dans l'alcool, l'éther acétique, l'acétone, l'alcool méthylique; il est peu soluble dans l'éther et à peu près insoluble dans la benzine, l'éther de pétrole et le chloroforme.

Propionamide iodé. — On met dans un flacon émeri :

Propionamide	1g,825
Éther acétique	25cm³

et dans un autre flacon :

Iode	9g,50
Éther acétique	95cm³

On verse dans la solution de propionamide 1cm³ de la solution iodée et l'on décolore par agitation avec un peu d'hydroxyde d'argent. On répète cette opération jusqu'à épuisement de la solution iodée. La solution filtrée abandonne des cristaux de propionamide iodé :

([1]) *Lieb. Ann.*, Ch. suppl., t. VII, p. 119.

([2]) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXVI, 1893, p. 985.

	Trouvé. I.	II.	III.	IV.	Calculé pour $CH^3.CH^2.CO.NH.I$.
I pour 100....	63,85	63,20	63,22	63,89	63,81
N pour 100....	6,94	7,09	7,05	6,95	7,03

Le propionamide iodé fond vers 128° en un liquide rouge brun qui dégage de l'iode; il est très soluble dans l'acétone et l'alcool, soluble dans l'éther et l'éther acétique, moins soluble dans l'acide acétique, très peu soluble dans le benzène et l'éther de pétrole.

Formamide iodé. — On le prépare de la même façon que l'acétamide iodé en employant :

Formamide..........................	$2^g,25$
Éther acétique	100^{cm^3}
Iode pulvérisé	$9^g,50$

Après décoloration, la solution filtrée est évaporée, dans un courant d'air sec et froid, jusqu'à réduction à 10^{cm^3}. La liqueur concentrée, abandonnée dans un cristallisoir, fournit des cristaux de formamide iodé, parfois souillés de longues aiguilles d'iode. Le produit solide obtenu est trituré au mortier à trois ou quatre reprises avec, chaque fois, 2^{cm^3} à 3^{cm^3} de chloroforme, puis essoré au papier. On l'analyse immédiatement :

	Trouvé. I.	II.	III.	Calculé. pour H.CO.NH.I.
I pour 100......	75	74,85	75,13	74,26
N pour 100......	8,17	8,04	8,20	8,18

Le formamide iodé fond vers 95° en un liquide rouge brun qui perd de l'iode. Il commence à se décomposer aussitôt après sa formation; on ne peut guère le conserver plus de 10 minutes sans qu'il brunisse notablement. Il ne se conserve ni dans le vide ni dans une atmosphère de gaz carbonique. Il est très soluble dans l'alcool, l'acétone, l'éther éthylique et l'acide acétique; il est soluble dans l'éther acétique et très peu soluble dans l'éther de pétrole, la benzine et le chloroforme.

Jusqu'ici, je n'ai pu obtenir le benzamide iodé à l'état de pureté.

Tous les amides iodés étudiés, en solution dans l'acétone, donnent avec l'ammoniaque un précipité gris qui, desséché, détone très facilement par le choc et la chaleur. Ces précipités contiennent une proportion importante d'iode actif; ils semblent présenter des liens de parenté avec les iodures d'azote. Je me réserve d'en faire l'étude ultérieurement.

Conclusions. — Les amides iodés, préparés par l'action de l'acide hypoiodeux naissant sur les amides, sont des amides hypoiodeux. Ils sont décomposés par l'eau, ils décolorent l'indigo et agissent sur une solution d'iodure

de potassium en libérant un poids d'iode double de celui qu'ils renferment dans leur molécule. Leur instabilité, qui est très grande, croît en même temps que décroît leur poids moléculaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques propriétés de l'acroléine monobromée.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. A. Haller.

Préparation. — L'acroléine monobromée se prépare, comme l'ont indiqué Piloty et Stock, en faisant agir l'acétate de potassium sur le dibromure d'acroléine ([1]). On la purifie par distillation fractionnée. En étudiant les queues de cette opération, j'ai reconnu qu'elles renfermaient un produit plus bromé, qui d'après l'action de l'acide cyanhydrique me paraît être le 2.3.3-tribromopropanal (voir plus loin), lorsqu'on avait utilisé un dibromure d'acroléine brut provenant de l'action d'un excès de brome sur l'acroléine.

Dans le cas contraire ces queues renferment surtout du dibromure d'acroléine ayant échappé à la réaction; mais tandis que le produit initial était souillé d'acide bromhydrique, presque impossible à éliminer totalement, et ne bouillait pas à point fixe, j'ai pu arriver ici à un liquide assez mobile, passant à 86°-87° sous 18^{mm}. Cette donnée concorde bien avec celle d'Adriani ([2]), qui n'a point indiqué toutefois sa façon d'arriver à un produit pur.

L'analyse est d'accord avec la formule $C^3H^4Br^2O$; la mesure du poids moléculaire effectuée dans l'acide acétique fournit le nombre 230 assez voisin du nombre théorique 216 pour n'indiquer qu'une très faible polymérisation; peu à peu le liquide devient plus visqueux et les mesures cryoscopiques fournissent alors les nombres plus élevés.

Action de l'hydrate d'hydrazine. — En faisant tomber goutte à goutte de l'acroléine monobromée dans une solution d'hydrazine refroidie il se produit une réaction très vive; par distillation on extrait un mélange des cristaux de pyrazol caractérisés par leur analyse, leur point de fusion 70° et celui de leur dérivé monobromé 97°; on arrive d'ailleurs au même pyrazol en partant directement du dibromure d'acroléine en opérant comme ci-dessus.

([1]) *Deuts. chem. Ges.*, t. XXXI, p. 1385.
([2]) *Rec. Trav. ch. des P.-B.*, t. XVII, p. 259.

Action de l'acide cyanhydrique. — L'acroléine bromée ne semble agir sur l'acide cyanhydrique, ni à froid, ni en tube scellé à 100°, du moins en quelques jours. Si, par contre, on ajoute à l'aldéhyde bromée une trace de cyanure de potassium et qu'on fasse tomber de l'acide prussique dans le mélange, on a une réaction violente qu'il est nécessaire de modérer.

Le résultat de cette action est un nitrile alcool, non saturé, facile à saponifier par l'acide chlorhydrique aqueux; cette saponification conduit à l'acide

$$CH^2 = CBr - CHOH - CO^2H.$$

On purifie cet acide en le dissolvant dans le benzène bouillant qui le laisse déposer en majeure partie par refroidissement et cela sous forme cristallisée.

Ces cristaux fondent à 119°-120°; leur analyse a donné : C 26,49; H 2,80; Br 44,19; une cryoscopie dans l'acide acétique a indiqué un poids moléculaire égal à 180,5.

Un titrage alcalimétrique effectué à l'aide d'une solution de potasse en présence de phtaléine a fourni le nombre théorique 181. La solution neutre obtenue par évaporation dans le vide sec a laissé déposer cristallisé un sel extrêmement déliquescent renfermant 17,7 pour 100 de potassium (théorie 17,8).

L'éther éthylique provenant de l'action du même acide sur l'alcool en présence d'acide chlorhydrique bout à 216°-217° sous 750^{mm} (analyse Br 37,97; cryoscopie 210).

En fixant 2^{at} de brome sur l'acide précédent, on est arrivé à l'acide

$$CH^2Br - CBr^2 - CHOH - CO^2H$$

qu'on peut faire cristalliser par refroidissement de ses solutions benzénique ou aqueuse. Il fond à 140°-141° (analyse Br 69,77 pour 100; cryoscopie 340). Cet acide additionné de phtaléine vire très nettement après addition d'une molécule de potasse, mais le virage est fugitif et par évaporation du liquide on obtient du bromure de potassium.

Les queues de distillation de l'acroléine monobromée, traitées par l'acide cyanhydrique en présence de cyanure de potassium, puis par l'acide chlorhydrique, fournissent un mélange d'acides; ce dernier, dilué dans l'éther et agité peu de temps avec une solution de carbonate de potassium, laisse un résidu acide, cristallisant par refroidissement de ses solutions dans le benzène ou la ligroïne, fondant à 104°-105° et répondant à la formule $C^4H^5Br^3O^3$, isomérique par conséquent avec l'acide tribromé fondant

à 140° dont il a été question plus haut (analyse : C 13,99; H 1,51; Br 70,22; cryoscopie 339). Au point de vue du titrage alcalimétrique, cet acide s'est comporté comme son isomère.

Vu son origine il semble que ce corps doive correspondre à la formule

$$CHBr^2 - CHBr - CHOH - CO^2H;$$

il serait dû alors à la présence de 2.3.3-tribromopropanal dans le bromure d'acroléine utilisé.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur les alcoolates métalliques.* Note de M. E. **Chablay**, présentée par M. A. Haller.

Par l'application des deux méthodes que j'ai indiquées précédemment ([1]), j'ai pu préparer un certain nombre d'alcoolates.

Les sels les plus solubles dans l'ammoniac liquide sont les azotates, les iodures, les bromures et les chlorures; ce sont donc ceux qu'on emploiera de préférence. De plus, les sels alcalins correspondants sont ou très solubles ou moyennement solubles, de telle sorte qu'il est facile, par des lavages à l'ammoniac, de les séparer complètement du précipité.

L'expérience se fait dans un appareil en verre à deux branches; dans l'une d'elles on produit l'alcoolate alcalin par l'action d'un alcool sur AzH^3K ou AzH^3Na :

$$ROH + AzH^3Na = RONa + AzH^3 + H.$$

Dans l'autre, on effectue la dissolution du sel métallique; en mélangeant les deux solutions, on obtient un précipité qui est l'alcoolate cherché :

$$2RONa + (AzO^3)^2M = 2AzO^3Na + (RO)^2M,$$

M représentant un atome de métal bivalent.

Pour l'application de la méthode aux ammoniums alcalino-terreux, le même appareil est employé, avec cette différence qu'il possède un filtre formé de coton de verre et d'amiante calcinée, au travers duquel la solution bleue abandonne les traces d'oxydes que contiennent toujours les métaux alcalino-terreux. La solution ainsi filtrée tombe directement dans le mélange d'alcool et d'ammoniac liquide maintenu vers −50°. La décoloration est immédiate et un précipité blanc d'alcoolate se dépose. On le lave à l'ammoniac pour enlever l'alcool en excès.

([1]) E. Chablay, *Comptes rendus*, t. 153, p. 819.

Alcoolates de calcium. — Ils ont été préparés facilement, soit par double décomposition entre l'azotate de calcium très soluble dans AzH^3 liquide et un alcoolate alcalin, soit par l'action du calcium-ammonium sur les alcools correspondants. Le calcium employé était du calcium cristallisé pur de Moissan.

Le méthylate $(CH^3O)^2Ca$ et l'éthylate $(C^2H^5O)^2Ca$ ont été obtenus indifféremment par l'une des deux réactions

$$2CH^3ONa + (AzO^3)^2Ca = 2AzO^3Na + (CH^3O)^2Ca,$$
$$2C^2H^5OH + Ca(AzH^3)^4 = (C^2H^5O)^2Ca + 4AzH^3 + H^2.$$

L'isobutylate $(C^4H^9O)^2$ Ca et l'amylate $(C^5H^{11}O)^2$ Ca ont été préparés par l'action du calcium-ammonium sur les alcools isobutylique et amylique. Je donnerai, à titre d'indication, les nombres fournis par l'analyse de l'éthylate :

	Trouvé.	Calculé pour $(C^2H^5O)^2Ca$.
C	36,6	36,87
H	7,71	7,74
Ca	31,02	30,80

Alcoolates de baryum. — L'éthylate $(C^2H^5O)^2Ba$ seul a été préparé par l'action du baryum-ammonium sur C^2H^5OH, car je ne disposais que d'une quantité limitée de baryum métallique

$$2C^2H^5OH + Ba(AzH^3)^6 = (C^2H^5O)^2Ba + 6AzH^3 + H^2.$$

La double décomposition entre C^2H^5ONa et $(AzO^3)^2Ba$ fournit le même corps $(C^2H^5O)^2Ba$.

Le méthylate de baryum $(CH^3O)^2$ Ba est particulièrement facile à obtenir par la réaction

$$2CH^3ONa + (AzO^3)^2Ba = 2AzO^3Na + (CH^3O)^2Ba.$$

C'est un précipité très bien cristallisé en fines aiguilles, se rassemblant bien et très facile à laver :

	Trouvé.	Calculé pour $(CH^3O)^2Ba$.
C	12,01	12,06
H	3,04	3,02
Ba	68,86	68,89

Alcoolates de strontium. — Le méthylate $(CH^3O)^2$ Sr s'obtient par double décomposition entre CH^3ONa et l'azotate de strontium, très soluble dans l'ammoniac,

$$2CH^3ONa + (AzO^3)^2Sr = (CH^3O)^2Sr + 2AzO^3Na.$$

L'éthylate $(C^2H^5O)^2Sr$ a été préparé de même, ainsi que par l'action du strontium-

ammonium sur l'alcool

$$2C^2H^5OH + Sr(AzH^3)^6 = (C^2H^5O)^2Sr + 6AzH^3 + H^2.$$

Alcoolates de plomb. — Quand on sort du groupe des alcalins et des alcalino-terreux, le remplacement de l'hydrogène fonctionnel d'un alcool par un métal devient particulièrement intéressant, et la méthode de double décomposition apparaît avec tous ses avantages, car ici il n'est plus possible de faire réagir directement un métal ou son ammonium, qui n'existe pas, sur un alcool. J'ai pu préparer ainsi quelques alcoolates de plomb bien définis. On peut employer indifféremment l'iodure ou l'azotate de plomb qui sont très solubles :

$$2CH^3ONa + PbI^2 = 2NaI + (CH^3O)^2Pb,$$
$$2C^5H^{11}ONa + (AzO^3)^2Pb = 2AzO^3Na + (C^5H^{11}O)^2Pb.$$

Les méthylate, éthylate, isobutylate et amylate correspondent bien, d'après les analyses, aux formules

$$(CH^3O)^2Pb,\quad (C^2H^5O)^2Pb,\quad (C^4H^9O)^2Pb,\quad (C^5H^{11}O)^2Pb.$$

Tous ces alcoolates sont des produits blancs, excessivement sensibles à l'action de la chaleur et de l'humidité.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Essais de préparation directe de l'aldéhyde tétrolique.* Note de M. **P.-L. Viguier**, présentée par M. A. Haller.

J'ai indiqué antérieurement (1) une préparation de l'aldéhyde tétrolique $CH^3 - C \equiv C - CHO$ par hydrolyse de son acétal. La longueur et le mauvais rendement de cette méthode m'ont conduit à tenter des préparations plus directes : malheureusement aucune des méthodes essayées n'a donné l'aldéhyde libre, mais seulement des produits de condensation ultérieurs. La présente Note résume les résultats de ces essais.

I. Bouveault (2) a montré que les formiamides bisubstituées, réagissant sur les organo-magnésiens donnent des dérivés mixtes que l'eau acidulée décompose avec formation d'aldéhydes :

$$R - MgX + H.CONR'R'' = R - CH\begin{cases} NR'R'' \\ OMgX \end{cases}$$
$$R - CH\begin{cases} NR'R'' \\ OMgX \end{cases} + 2HCl = R - CHO + NR'R'', HCl + MgXCl.$$

(1) P.-L. Viguier, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1490.
(2) Bouveault, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXI, p. 1322.

On pouvait donc espérer obtenir l'aldéhyde tétrolique par l'action de la diéthylformiamide sur le bromure d'allylène-magnésium :

La réaction de la diéthylformiamide (1^{mol}) sur le dérivé magnésien (1^{mol}) est lente et régulière; elle est terminée au bout de quelques heures à froid : le mélange se prend alors en masse solide au sein de l'éther. Cette masse est finement broyée, puis traitée par l'eau ainsi que l'éther; on ajoute ensuite de l'acide chlorhydrique dilué pour dissoudre exactement la magnésie : l'absence d'odeur piquante, à ce moment, indique qu'il ne s'est pas formé d'aldéhyde tétrolique. La solution éthérée obtenue est séchée, puis évaporée, et le résidu fractionné sous pression réduite. On obtient ainsi deux portions principales, l'une bouillant de 58° à 65°, l'autre de 97° à 100° sous 15^{mm} environ.

La première fraction est formée principalement de diéthylformiamide inaltérée. La deuxième, rectifiée, donne un liquide incolore, huileux, d'odeur désagréable, insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides étendus, bouillant à 99°-99°,5 sous 14^{mm}-15^{mm}, $d_{18°} = 0,871$, $n_{18°}^{D} = 1,477$. L'analyse détermine pour ce corps la formule $C^{11}H^{17}N$; la formation d'un tel composé s'explique par la réaction suivante, signalée d'ailleurs comme secondaire par Bouveault dans la préparation des aldéhydes simples ; ici cette réaction semble être la principale :

$$\begin{matrix} CH^3 - C \equiv C - MgBr \\ CH^3 - C \equiv C - MgBr \end{matrix} + HCON(C^2H^5)^2$$

$$= \begin{matrix} CH^3 - C \equiv C \\ CH^3 - C \equiv C \end{matrix} \Big> CHN(C^2H^5)^2 + MgO + MgBr^2.$$

Cette réaction explique d'ailleurs qu'on retrouve un excès de diéthylformiamide.

Le corps obtenu est donc le *diéthlyamino-4-heptadiine*-2.3-5.6. J'ai préparé quelques dérivés de cette base :

Le *picrate* $C^{11}H^{17}N, C^6H^2(OH)(NO^2)^3$ cristallise dans l'alcool en fines aiguilles jaunes fondant à 169°.

Le *chloroplatinate* $2C^{11}H^{17}N, PtCl^4, 2HCl + 2H^2O$ forme des cristaux orangés qui perdent leur eau de cristallisation à froid dans le vide sec et qui se décomposent vers 120°.

Par l'action à froid de l'iodure d'éthyle on obtient *l'iodéthylate* $C^{11}H^{17}N, C^2H^5I$ en fines aiguilles incolores, insolubles dans l'éther, se décomposant à 148°-150°.

II. On sait que l'action du formiate d'éthyle sur le dérivé organo-magnésien RMgX conduit normalement à l'alcool secondaire R — CHOH — R,

mais qu'en opérant à basse température, et en maintenant constamment le formiate d'éthyle en excès, on a pu dans quelques cas obtenir l'aldéhyde R — CHO; j'ai essayé de traiter ainsi le bromure d'allylène-magnésium :

Le formiale d'éthyle (3^{mol}), dilué dans l'éther anhydre, étant refroidi vers — 25° dans un mélange de neige et de chlorure de calcium cristallisé, on y introduit peu à peu, par un siphon, 1^{mol} de bromure d'allylène-magnésium. Les premières gouttes seules produisent une réaction vive, la réaction est ensuite très régulière et la température du mélange, agité constamment, reste inférieure à — 20°. On laisse ensuite revenir lentement à la température ordinaire, puis on traite par l'eau acidulée : on perçoit alors, mais très faiblement, une odeur piquante rappelant celle de l'aldéhyde tétrolique. La couche éthérée est séchée, puis évaporée, et le résidu fractionné sous pression réduite. Au-dessous de 80° (sous 15^{mm}) passent des produits mal définis; au-dessus de 80° le liquide qui distille cristallise dans le réfrigérant. Le résidu final, surchauffé vers 120°, se décompose brusquement.

Le produit solide obtenu, lavé à l'éther de pétrole et recristallisé dans le trétrachlorure de carbone, forme des lamelles nacrées parfaitement incolores ressemblant beaucoup à des cristaux d'acide borique, et fondant à 105°-106°. L'analyse de ce corps correspond à la formule C^7H^8O : c'est bien celle de l'alcool secondaire (*heptadiine*-2.3-5.6-*ol*-4)

$$CH^3 - C \equiv C - CH\,OH - C \equiv C - CH^3$$

dont on pouvait prévoir la formation accessoire, mais ici encore c'est le produit principal de la réaction.

III. Enfin, j'ai encore essayé d'appliquer à l'allylène la méthode par laquelle Moureu et Delange [1] ont pu passer du phénylacétylène de l'œnanthylidène et du caprylidène aux aldéhydes phénylamyl- et hexylpropioliques, méthode qui consiste à faire agir le carbure sodé sur le formiate d'éthyle.

L'allylène sodé (préparé par action prolongée de l'allylène sec sur le sodium au sein de l'éther ou de la benzine anhydres) réagit en effet sur le formiate d'éthyle. Si même on traite par l'eau immédiatement, on discerne nettement l'odeur de l'aldéhyde tétrolique. Mais la réaction, peu active, se ralentit rapidement malgré l'agitation et donne alors naissance à des produits visqueux bruns d'où il n'a été possible de rien tirer.

---

(1) Moureu et Delange, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, p. 374, et t. XXXI, p. 1327.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Action de divers polyuréides et de l'acide hippurique sur le développement et la tubérisation du Radis.* Note de M. **Marin Molliard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le fait, que j'ai mis précédemment en évidence, de l'utilisation de l'urée par les végétaux supérieurs m'a engagé à étudier au même point de vue les dérivés de ce corps connus sous le nom de *polyuréides* ainsi que l'acide hippurique, la question présentant un intérêt à la fois théorique et pratique.

Des cultures aseptiques de Radis ont été effectuées sur des solutions imbibant de la pierre ponce et contenant les sels minéraux reconnus nécessaires au développement de la plante ainsi que du glucose à la dose de 5 pour 100, ce sucre ayant l'avantage d'augmenter le rendement dans les conditions spéciales où étaient faites les cultures. A la solution témoin, qui ne contenait pas trace de matière azotée, il était ajouté 1 pour 1000 des différents corps portés dans la première colonne du Tableau qui va suivre; en regard du nom de chaque corps sont inscrits les résultats concernant le rendement en substance fraîche et en substance sèche de Radis obtenus à partir de graines dont l'amande avait un poids sec moyen de $9^{mg},5$.

On pourra de la sorte comparer les résultats obtenus à partir des corps que nous voulons étudier et à partir des substances azotées ordinaires, azotates et sels ammoniacaux, du glycocolle, dont l'acide hippurique n'est qu'un dérivé benzoïque et de l'urée dont proviennent les autres corps envisagés :

Substances ajoutées à la solution témoin.	Poids frais moyens (mg).	Teneur en eau p. 100 de substance fraîche.	Poids secs moyens (mg).	Augmentation du poids sec par rapport à la plantule.	Augmentation du poids sec par rapport au lot témoin.
Solution témoin	346,2	81,2	64,8	+ 55,3	
Azotate de sodium	1264,5	91,9	101,3	+ 91,8	+ 36,5
Chlorhydrate d'ammoniaque	1104	90,3	106,5	+ 97	+ 41,7
Glycocolle	734,8	88,2	86,2	+ 76,7	+ 21,4
Urée	989,4	91,4	84,6	+ 75,1	+ 19,8
Sarcine	479	86,6	63,9	+ 54,4	— 0,9
Xanthine	402,5	82,9	68,5	+ 59	+ 3,7
Théobromine	242,7	86,3	33,2	+ 23,7	— 31,6
Caféine	39,8	76,4	9,4	— 0,1	— 55,4
Urate de sodium	990,6	88,3	116	+ 106,5	+ 51,2
Allantoïne	906,8	88,1	107,3	+ 97,8	+ 42,5
Hippurate de sodium	338,5	83,6	55,5	+ 46	— 9,3

Nous constatons tout d'abord qu'en présence de la solution témoin, dans laquelle on n'introduisait sciemment aucune combinaison azotée, le poids sec passe de $9^{mg},5$ à $55^{mg},3$, c'est-à-dire sensiblement de 1 à 6 ; on est en droit de se demander, dans ces conditions, s'il n'y a pas eu addition d'une forme assimilable de l'azote à la faveur d'impuretés ou si l'azote libre de l'air ne serait pas lui-même utilisé par la plante, comme tendent à le faire admettre certaines recherches récentes (¹); mais le dosage comparé de l'azote contenu dans les amandes et les plantes développées dans la solution témoin lèvent tout doute à cet égard en ce qui concerne les cultures précédentes. Alors que les amandes d'un poids sec moyen de $9^{mg},5$ contiennent 7 pour 100 d'azote total, soit $0^{mg},67$ pour chacune d'elles, on ne trouve plus que 1,20 pour 100 d'azote dans les plantes du lot témoin, soit $0^{mg},66$ par échantillon ; il n'y a donc pas eu acquisition d'azote ; mais il reste intéressant de constater que la quantité initiale de substances azotées contenues dans la graine a suffi à augmenter le poids sec dans les proportions importantes que nous avons signalées.

Si nous cherchons à établir un rapport entre la composition chimique des substances azotées mises à la disposition du Radis et les récoltes en matière sèche, nous constatons que la sarcine, qui est une aminooxypurine, se comporte comme légèrement toxique ; la xanthine, dioxypurine, élève un peu le rendement; la théobromine, diméthylxanthine, apparaît comme toxique, et la caféine, triméthylxanthine, est de suite mortelle; la toxicité est donc en relation pour ces deux corps avec le radical méthyle ; enfin l'acide urique, trioxypurine, à l'état de sel de sodium détermine un développement plus abondant que l'azotate de sodium et le chlorhydrate d'ammoniaque ; il en est de même de l'allantoïne qui est un produit d'oxydation de l'acide urique ; on en a signalé la présence dans les graines de plusieurs espèces végétales, et les résultats expérimentaux que nous venons d'obtenir permettent de l'envisager comme une matière de réserve. Quant à l'hippurate de sodium, il nous apparaît comme toxique et cette propriété doit être vraisemblablement rapportée à l'existence d'un noyau aromatique.

Les nombres portés dans la seconde colonne montrent que d'une manière

---

(¹) Jamieson, *Utilisation of nitrogen in air by plants* (*Rept. Agric. Research Ass. Aberdeen*, 1907-1908).

Mameli et Pollacci, *Sull'assimilazione diretta dell'azoto atmosferico libero nei vegetali* (*Atti Istit. Bot. Pavia*, t. XV, 1911, p. 159).

Le *Raphanus sativus* est précisément une des plantes sur lesquelles ont expérimenté les auteurs.

générale la teneur en eau augmente avec toutes les substances azotées, sauf pour la caféine, qui ne permet aucun développement ; mais il n'existe pas un rapport constant entre l'augmentation de la teneur en eau et le rendement en matière sèche ; c'est ainsi que l'urée, qui n'augmente le rendement que de $19^{mg},8$, détermine une teneur en eau plus considérable (91,4 pour 100) que l'urate de sodium (88,3 pour 100) qui élève le rendement de $51^{mg},2$.

Les différents lots de la série de culture qui viennent de nous occuper comprenaient chacun vingt échantillons ; comme il s'y était manifesté des différences très nettes au point de vue de la tubérisation, j'ai étudié à cet égard l'action de certaines des substances précédentes et je n'envisagerai ici que l'azotate de sodium, l'urée et l'urate de sodium ; il a été fait 100 cultures pour chacun de ces corps et les résultats obtenus peuvent se résumer par le Tableau suivant :

Substances azotées.	Nombre de plantes tubérisées pour 100.	Poids secs moyens des tubercules (mg.).	Teneur en eau des tubercules pour 100 de substance fraîche.
Azotate de sodium	43	55,1	92,5
Urée	10	43	90,6
Urate de sodium...........	79	47,2	87,6

L'urate de sodium favorise donc très sensiblement la tubérisation au point de vue de sa fréquence, en même temps que le rendement total en matière sèche, ce qui se manifeste d'autre part par une apparition beaucoup plus précoce des tubercules.

BOTANIQUE. — *Les Broméliacées épiphytes comme milieu biologique.* Note de M. C. PICADO, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Le groupe des Broméliacées épiphytes [1] réalise un milieu biologique bien caractérisé.

Les Broméliacées épiphytes, en effet, conservent de l'eau et des détritus organiques, entre leurs feuilles serrées les unes contre les autres et parfois dilatées à leur base en forme de cuillère. L'ensemble constitue de petites

(1) La famille des Broméliacées présente un grand nombre d'espèces épiphytes qui recouvrent parfois les arbres dès la base jusqu'aux plus hauts rameaux. Toute la famille appartient exclusivement à l'Amérique intertropicale.

mares à parois végétales soutenues par les branches des arbes et élevées souvent à 50^{m} de hauteur, et même plus.

Tous les auteurs qui se sont occupés des Broméliacées épiphytes ont considéré ces plantes comme de simples réservoirs *d'eau de pluie* et de *poussière*. Si telle était l'origine des mares des Broméliacées, elles seraient tout de même assez différentes des mares terrestres : par leur disposition sur les branches, leurs conditions d'éclairement, leurs dimensions réduites et la pureté de leur eau. Cela seul autoriserait à les considérer comme un habitat *sui generis*, comme un milieu biologique digne d'étude ; mais on a négligé d'indiquer d'autres conditions propres aux Broméliacées épiphytes.

L'eau qui est recueillie par ces plantes est non seulement de l'eau de pluie, mais de l'eau provenant d'une condensation *journalière* et *sur place* de la vapeur d'eau atmosphérique, de manière que les Broméliacées en contiennent même pendant la saison sèche et *quand les marécages terrestres sont desséchés*. Les détritus contenus par ces plantes ne subissent pas une véritable putréfaction, malgré l'espace très réduit où ils séjournent, mais une transformation en une substance brune, légère, pareille au carton.

On peut donc caractériser le *milieu-Bromelia* de la manière suivante : *Marais permanent, élevé au-dessus du sol, à eau provenant d'une condensation sur place de la vapeur d'eau atmosphérique, à boue cellulosique et absence de putréfaction*. Si nous tenons compte maintenant de la grande surface couverte de forêts qui existe dans l'Amérique intertropicale, et de la grande quantité des Broméliacées fixées sur les arbres, nous verrons que *l'ensemble des Broméliacées épiphytes forme un grand marécage fractionné, étendu dans toute l'Amérique intertropicale* et même un des plus grands du monde; c'est un milieu présentant, pour les animaux, des conditions différentes de celles offertes par tous les autres milieux. Ce milieu a été jusqu'ici très peu exploré, puisqu'on n'y a signalé que deux vers de terre, une larve de Libellule, quelques larves de Culicides et quelques autres Arthropodes.

La plus grande partie des Insectes dont les larves aquatiques habitent les Broméliacées *n'ont pas une époque de ponte déterminée, mais on trouve des larves de tout âge aux différentes époques de l'année*.

Pendant toute une année, j'ai exploré à Costa-Rica les Broméliacées épiphytes avec l'intention d'en établir la faune. J'ai ainsi recueilli beaucoup d'espèces réparties entre presque tous les groupes, depuis les Batraciens Anoures et Urodèles jusqu'aux Protistes [1].

---

(1) Ces animaux se trouvent distribués entre des spécialistes qui s'occupent de les déterminer.

Quelques questions peuvent se poser à propos de l'origine et de la dissémination de la faune des Broméliacées. Ces espèces sont-elles exclusives des Broméliacées? Viennent-elles du sol et des marécages terrestres? Quel chemin suivent-elles pour monter jusqu'aux Broméliacées? Comment passent-elles d'une plante à l'autre. Si l'on considère isolément un groupe quelconque de ces animaux, on peut supposer que leur présence dans les Broméliacées est due à une cause purement accidentelle : œufs transportés par les oiseaux (Lombriciens), par le vent (Copépodes), etc. Ce ne sont là que les facteurs accidentels et si l'on remarque que la faune des Broméliacées est toujours très constante, il faut admettre des causes plus générales rendant compte de l'ensemble de la faune.

Il me semble facile d'en avoir l'explication en utilisant simplement des faits relatifs à la vie des Broméliacées et aux circonstances locales. Les graines issues des Broméliacées tombent généralement au-dessous du pied parent. Les nouveaux individus seront infestés facilement, si l'une des vieilles plantes situées au-dessus et déjà infestée se renverse, tombe ou se désagrège.

D'ailleurs ces pieds nés à un niveau inférieur, sont souvent fixés sur des branches à croissance intercalaire assez prononcée; par suite, ces pieds gagnent en hauteur; leurs graines tombées donneront d'autres générations qui pourront être infestées par leurs parents, et ainsi de suite. D'autre part, les Broméliacées se reproduisent également par des bourgeons, nés entre les feuilles qui retiennent l'eau. Entre les jeunes feuilles de ces bourgeons seront retenus presque tous les individus du pied parent; plus tard les bourgeons devenus adultes donneront d'autres bourgeons. Au bout d'un certain temps, le pied parent étant mort, il y aura plusieurs pieds indépendants, ayant tous tiré leur faune d'une seule plante souche.

En troisième lieu les lianes passant d'un arbre à un autre *transportent* les Broméliacées auxquelles elles servent de support.

Il convient d'ajouter que lorsque les Broméliacées sont entassées, il peut y avoir migration active et facile de certains animaux (Lombriciens, Gastéropodes, Copépodes, etc.). Quant à l'origine primitive de cette faune on peut se l'expliquer, les accidents mis à part, de la façon suivante : Pendant la saison des pluies, des morceaux de terrain sont entraînés par les nombreux torrents temporaires si fréquents dans les tropiques. Ils projettent la terre mélangée de toute sorte de produits du sol sur les arbres, dont le sommet est souvent au-dessous des terrains escarpés d'où tombent les torrents; une partie des animaux ou des œufs entraînés par l'eau tombera

entre les feuilles des nombreuses Broméliacées et le peuplement peut ainsi commencer.

BOTANIQUE. — *Sur les Sulfuraires.*
Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. L. Mangin.

Les Sulfuraires sont des Bactériacées qui vivent dans les eaux sulfureuses : elles sont colorées en rouge ou en rose par un pigment, la bactériopurpurine, qui se trouve mélangé en proportion variable avec un second pigment, la bactériochlorine (Molisch). Ces algues donnent naissance à une série d'oxydations et de réductions encore mal connues : le soufre rendu libre se dépose dans le protoplasma.

Engelmann a montré, il y a longtemps déjà, que le *Bacterium photometricum*, soumis à l'action du spectre, s'accumulait dans les régions voisines de E et de D, et aussi dans l'infra-rouge entre $\lambda 800$ et $\lambda 900$. Ce même savant, en collaboration avec Julius, a cherché à mesurer à l'aide du bolomètre l'absorption des rayons rouges et infrarouges par la bactériopurpurine; il a vu ainsi qu'une forte absorption existait vers $\lambda 800$ et $\lambda 850$ (1).

Nous avons repris cette étude avec des méthodes différentes et nous avons réussi à obtenir des précisions nouvelles et des résultats inattendus.

Les espèces étudiées et douées de mouvement sont au nombre d'une dizaine : les unes sont marines, les autres vivent dans l'eau douce; elles appartiennent à des genres différents et se présentent sous la forme sphérique la forme en bâtonnet, la forme *vibrio* ou celle de spirille : la taille est très variable également; le diamètre des plus petites est inférieur à 1^{μ} sur une longueur de 2^{μ} ou 3^{μ}.

Nous insistons d'abord sur ce fait que, dans nos expériences, ces espèces appartenant à différents genres se sont comportées au point de vue physiologique exactement de la même façon.

Lorsque dans une cuve graduée en millimètres, on expose une culture de Sulfuraire à l'action du spectre, on remarque au bout de quelques heures une accumulation des Bactéries dans l'infrarouge, ainsi que l'avait constaté Engelmann; mais cette accumulation présente des caractères remarquables qui n'avaient pas été mis en évidence jusqu'ici.

La Sulfuraire, en se fixant sur la paroi avant de la cuve, dessine deux lignes rouges α et β, et celle-ci plus large se dédouble elle-même en deux autres. La position de ces

(1) Engelmann, *Die Purpurb.* (*Bot. Zeit.*, 1888).

lignes est fixe pour un spectrographe donné et toutes les espèces fournissent ces mêmes lignes; elles correspondent à un maximum dans l'énergie fixatrice des radiations rouges et infrarouges vis-à-vis des Sulfuraires; la ligne α est située vers λ 780-790 et la ligne β vers λ 820-840.

La sensibilité des Sulfuraires aux radiations est telle que, dans la zone active, les lignes de la graduation qui ont arrêté les radiations sont reproduites en blanc sur le fond rouge résultant de la fixation des Bactéries; on a ainsi un moyen de rechercher la limite de la distribution des individus dans le spectre.

La méthode photographique nous a permis de déterminer plus exactement que ne l'avait fait Engelmann l'absorption des radiations rouges et infrarouges par la bactériopurpurine : des plaques ordinaires, sensibilisées au pinachrome, nous ont montré des bandes d'absorption qui correspondent par leur position aux lignes de fixation α et β, mais elles sont plus larges.

D'autre part, en utilisant la méthode qui nous a servi pour étudier l'action de la lumière sur la chlorophylle et la xanthophylle [1], nous avons pu constater que le pigment des Sulfuraires est décoloré par les radiations rouges et infrarouges qui produisent la fixation.

Si l'on ajoute que, d'après nos expériences, ce sont les mêmes radiations qui permettent le développement des cultures de Sulfuraires, on voit qu'il y a ici un ensemble de faits concordants et véritablement intéressants en ce qui concerne la vie de ces organismes microscopiques.

TOXICOLOGIE. — *Sur une Éricacée toxique, le Mapou* (Agauria pyrifolia *D. C.*). Note de MM. **M. Radais** et **A. Sartory**, présentée par M. Guignard.

Il existe, dans l'Ile de la Réunion, certains arbres ou arbustes appartenant à une espèce de la famille des Éricacées, l'*Agauria salicifolia* Benth. et Hk., et que l'on appelle, dans le pays, *Bois de rempart*, *Bois de rivière*, à cause de leur station habituelle sur les versants plus ou moins escarpés des rivières, des chemins ou des cirques; une variété de cette espèce, *A. pyrifolia* D. C., vulgairement dénommée *Mapou* [2], présente des propriétés toxiques redoutables, connues depuis longtemps par les accidents mortels qu'elles provoquent chez les bestiaux qui en broutent accidentellement les

[1] P.-A. Dangeard, *Comptes rendus*, décembre 1910, et *Bull. Soc. Bot.*, 1911.

[2] Ce nom n'est pas spécifique et désigne aussi, dans le pays, d'autres plantes dangereuses.

feuilles (1). L'action est rapide et intense. L'ingestion d'une ou deux bouchées de feuilles détermine, chez le bœuf, un empoisonnement immédiat; la chèvre succombe à l'ingestion de deux ou trois feuilles; le lapin meurt avec une feuille et demie. En général, les animaux indigènes évitent, par instinct, de brouter la plante et les empoisonnements observés se rapportent surtout à des animaux importés dans l'île ou sont dus à des actes de malveillance.

La plante est également connue par ses propriétés révulsives qui la font utiliser parfois contre les rhumatismes par les gens du pays. Les expériences pratiquées sur place, avec la plante fraîche, par M. le Dr Lafont, distinguent cette action révulsive, qui disparaît à la dessiccation, de l'action toxique observée par ingestion ou par inoculation. Cette action toxique persiste après la dessiccation; nous l'avons expérimentée sur le cobaye en utilisant les divers organes de la plante, cette première localisation devant servir de base à la recherche systématique du principe actif. C'est le résultat de ces essais préliminaires que nous exposons ici.

Nos essais ont porté sur des solutions obtenues en traitant à part chacun des organes de la plante (feuilles, tige, racine, fleurs, fruits, graines) par macération à froid ou digestion à chaud, de durée variable, avec des liquides faiblement alcooliques ou simplement aqueux; les colatures, évaporées à 44° en consistance d'extrait et reprises par l'eau salée à 7 pour 1000, servaient à préparer le liquide d'expérience qui représentait, en volume, un poids déterminé de la substance sèche de la plante. L'action physiologique sur les animaux était observée, soit après inoculation intrapéritonéale, soit après ingestion par voie buccale. Pour chacune des expériences, la quantité de substance toxique mise en œuvre est désignée par le poids de substance végétale sèche, exprimée en fonction du poids de l'animal.

A. *Étude de l'action toxique des feuilles de Mapou.*

I. Macération à froid des feuilles pendant 30 jours en liquide faiblement alcoolique (15°). Reprise de l'extrait par une solution salée isotonique, dont le volume correspond à 1^{cm^3} par $0^g,30$ de substance végétale sèche.

1° Inoculation intrapéritonéale du liquide non chauffé.

Cobaye I. Dose injectée par kilogramme de poids vif: 1^g (en substance sèche). Mort en 35 minutes.

Cobaye II. Dose injectée: $0^g,50$. Mort en $1^h 23^m$.

---

(1) Nous remercions particulièrement M. le commandant Herqué d'avoir attiré notre attention sur cette plante dont les propriétés actives méritent d'être étudiées. C'est aussi à l'obligeance aimable de M. le Dr Lafont, médecin principal des troupes coloniales, et de M. le capitaine Desroches que nous devons des observations inédites sur l'action toxique de la plante fraîche. Nous en avons fait état dans les préliminaires de cette Note.

Cobaye III. Dose injectée : 0g,20. Mort en 2h 28m.

2° Inoculation du liquide chauffé 5 minutes à l'ébullition.

Cobaye IV. Dose injectée : 0g,85. Mort en 36 minutes.

3° Ingestion buccale du liquide non chauffé.

Cobaye V. Dose ingérée : 3g,35. Mort en 1 heure.

Cobaye VI. Dose ingérée : 2g,20. Mort en 1 heure 10 minutes.

4° Ingestion du liquide chauffé 5 minutes à l'ébullition.

Cobaye VII. Dose ingérée : 2g. Mort en 2 heures 5 minutes.

II. Macération à froid des feuilles pendant 10 jours. Préparation comme ci-dessus de la solution isotonique, dont le volume correspond à 1cm³ par 0g,05 de matière sèche.

1° Inoculation intrapéritonéale du liquide non chauffé.

Cobaye VIII. Dose : 0g,60 par kilog. Mort en 5 heures 30 minutes.

Cobaye IX. Dose : 0g,55. Mort en 6 heures 10 minutes.

Cobaye X. Dose : 0g,40. Troubles graves ; survie ; guérison.

III. Digestion à chaud des feuilles pendant 1 heure, dans l'eau distillée.

1° Inoculation intrapéritonéale.

Cobaye XI. Dose : 1g,30. Mort en 6 heures 24 minutes.

Cobaye XII. Dose : 0g,55. Troubles graves ; survie ; guérison.

2° Ingestion buccale.

Cobaye XIII. Dose : 0g,80. Troubles ; survie ; guérison.

B. *Symptômes observés. Lésions.* — Dans toutes ces expériences, les symptômes observés sont les mêmes. Au début, vomissements, déjections anales, cris, ventre douloureux, cœur rapide ; phénomènes de parésie du membre postérieur du côté de l'injection ; paralysie complète du train postérieur ; par intervalles, soubresauts rapides, tremblement, convulsions, dyspnée suivie d'inspirations très lentes. L'animal bave abondamment. Les déjections s'accompagnent d'abondantes décharges de mucus qui les enveloppe. La mort survient avec le cœur en systole et une congestion accentuée du poumon et du gros intestin.

On peut tirer de ces essais les conclusions suivantes :

1° La toxicité des feuilles de Mapou est due à une ou plusieurs substances solubles dans un liquide aqueux ou légèrement alcoolique ; ces substances supportent, sans se détruire, la température d'ébullition du liquide ; la quantité de substance active extraite est, dans une certaine mesure, proportionnelle à la durée de macération.

2° L'action toxique de ces substances s'exerce sur le cobaye proportionnellement à la dose ; l'administration par voie buccale est moins sévère que l'inoculation intrapéritonéale.

3° L'action physiologique sur l'animal se manifeste par des troubles gastro-intestinaux qui s'accompagnent bientôt de phénomènes nerveux aboutissant à la paralysie et ensuite à la mort.

Des expériences analogues ont été faites en partant de la racine, de l'écorce de la tige, des fruits, des graines et des fleurs de Mapou. Toutes ces parties montrent une action toxique qui, presque nulle pour l'écorce de tige, faible mais réelle pour la racine, atteint pour les fleurs, les fruits et les graines une valeur sensiblement égale à celle des feuilles.

C'est donc aux feuilles, fleurs, fruits et graines qu'on doit s'adresser pour l'extraction des principes actifs de la plante.

Des recherches chimiques, pratiquées par M. Houdas sur les feuilles de Mapou, ont abouti à l'isolement d'une substance qui présente les réactions générales des glucosides. Nous avons pu constater qu'une dose de 2^{mg} de cette substance, en injection intrapéritonéale, provoque la mort du cobaye avec des symptômes analogues à ceux qu'on observe par l'emploi de la plante. Cependant certaines différences tendraient à faire penser qu'une autre substance toxique pourrait y ajouter son action. Nous nous proposons de poursuivre cette étude.

BIOLOGIE. — *Quelques conclusions de mes recherches sur la croissance chez l'homme, relatives à la puberté.* Note de M. **Paul Godin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Mes travaux sur la croissance m'ont conduit à une interprétation nouvelle des phénomènes dont l'ensemble constitue la *puberté*, et à un commencement d'explication de ces phénomènes.

La *croissance* de l'enfant évolue entre deux reproductions, celle dont il émane et celle qui émanera de lui, la première immédiatement suivie, la seconde immédiatement précédée par une élaboration embryonnaire.

La *croissance* n'est pas seulement l'accroissement de la stature dans le sens de la longueur, mais bien l'accroissement dans toutes les directions de l'organisme entier et de chacune de ses parties. Étudier la croissance, c'est faire l'étude complète de l'autogénie post-fœtale; le terme *croissance* est l'expression synthétique de toutes les manifestations du développement.

C'est ainsi que j'ai compris la croissance et que je l'ai étudiée depuis 1891. J'ai constamment associé la clinique à l'observation individuelle anatomo-physiologique, appuyée sur 129 mesures ou notations chiffrées, quand j'ai constitué le premier en date des *livrets individuels* qui ait été établi dans une école qui demeure encore aujourd'hui le plus complet. L'examen biologique intégral était répété *tous les six mois* sur les *mêmes enfants*.

J'ai à cœur d'arriver à ce que, dans chaque famille et sur chaque enfant, le médecin, le même à travers les années, effectue semestriellement [1] l'examen biologique intégral (et non réduit), qui fait saisir l'approche, l'éclosion et les suites de la puberté, qui met le praticien à l'abri des tâtonnements si l'enfant tombe malade, et qui reste en tout cas le guide par excellence de l'hygiène, de l'éducation, de l'instruction de l'enfant désormais *suivi* et *connu* à chacune des étapes de son développement. Cette protection de l'enfant, efficace entre toutes, lui est due.

2. La *puberté* est une phase de la croissance, qui répond à un moment capital de l'évolution de la fonction reproductrice. Son analyse la plus serrée ressort, on le conçoit, de l'étude même de la croissance.

3. En raison du vague qui règne encore dans la question de l'apparition et de la durée de la puberté, je rappelle [2] ici comment j'ai réussi à déterminer l'une et l'autre avec une grande précision.

Les signes secondaires admis, à défaut du signe principal, inobservable chez le garçon, comme révélant le début de la puberté, sont : la mue de la voix M, et la pousse des poils au pubis P et aux aisselles A. La convergence de ces trois signes est indispensable pour caractériser le début.

L'absence de poils est indiquée par l'exposant 0; les exposants de 1 à 5 expriment leur abondance progressive. P^1 répond à l'âge de 14 ans et demi chez l'enfant moyen. A 15 ans, la mue de la voix se manifeste et P atteint la puissance 2. Au semestre suivant, la toison pubienne a épaissi, elle mérite l'exposant 3, et des poils apparaissent aux creux axillaires, A^1. On inscrit P^3MA^1. L'enfant a 15 ans et demi. La convergence est réalisée. La phase pubertaire est ouverte. Elle sera close quand P atteindra la puissance 5 et A la puissance 3 au moins.

En résumé P^3A^1M répondent au début de la puberté et P^5A^3 caractérisent la fin de la période pubère et, par conséquent, le commencement de la *période internubilo-pubertaire*, ce qui a lieu à 17 ans et demi chez l'enfant moyen.

4. L'âge d'apparition de la puberté est individuellement variable. C'est affaire de nutrition à l'heure de la constitution des éléments de la lignée séminale, puis de ceux de la lignée somatique, c'est affaire de *nutrition pla-*

---

(1) Dr Paul Godin, *L'examen biologique semestriel dans la famille. Les droits de l'enfant*. Paris, Maloine, édit.; 1911.

(2) Voir mes *Recherches anthropologiques sur la croissance des diverses parties du corps*, 1902, p. 181-183. Paris, Maloine, édit.

centaire. Le premier pubère de deux jumeaux est celui qui vient au monde le *mieux nourri*. (Observations personnelles.)

5. Les modifications autres que la pousse des poils et la mue de la voix imposées au soma par le germen, au moment de la puberté, se classent en majorations, réductions ou arrêts de croissance, croissances totales, décroissances (involutions), comparativement à l'état constaté au semestre précédent au prépubère.

Or ces modalités de croissance intéressent chacune un feuillet différent du blastoderme ; les majorations concernent des dérivés du mésoderme, les réductions et les arrêts intéressent des dérivés de l'ectoderme, tandis que ceux des dérivés de l'endoderme, qui sont modifiés, subissent une régression.

6. De ce chef, la puberté représente une nouvelle phase embryonnaire, Le germen a sans doute provoqué la première comme il provoque celle-ci, la cellule à chromatine total du germen ayant, on le sait, précédé la cellule à chromatine partiellement résorbée du soma.

7. La lignée séminale domine effectivement l'évolution de la lignée somatique, et ses phases, dont la puberté forme le centre, sont celles de la vie :

Phases de la vie dans ses rapports avec la fonction de reproduction.

Le germen issu de la reproduction : Phase constitutive des éléments de la lignée séminale........................	*Phase embryo-fœtale.*
La lignée séminale achève sa constitution et *végète* (naissance) : Vie agénitale, sommeil du germen........................	*Enfance.*
La lignée séminale achève son évolution (réveil du germen ; *puberté*) : Période internubilo-pubertaire ; le germen mûr attend la maturation du soma........................	*Jeunesse.*
Maturation du facteur somatique de la reproduction (*nubilité*) : Plénitude de la fonction de reproduction...............	*Phase adulte.*
Continuité de la vie du germen par la descendance ; extinction de la lignée séminale : Vie agerminale.............	*Vieillesse.*

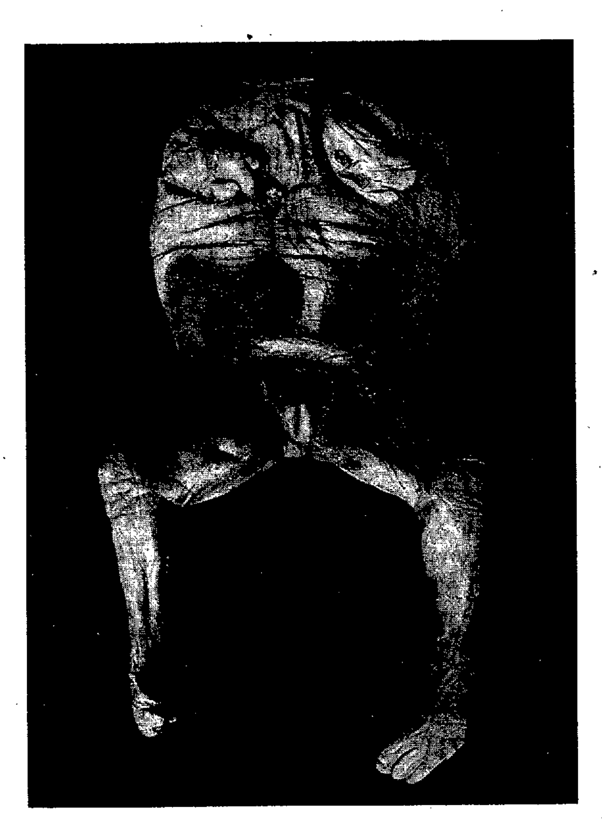
8. De ce qui précède résulte la définition suivante de la puberté : « La puberté est cette phase de la croissance où le germen mûr provoque une nouvelle élaboration embryonnaire du soma afin de le mûrir à son tour et de parfaire ainsi la fonction de reproduction. »

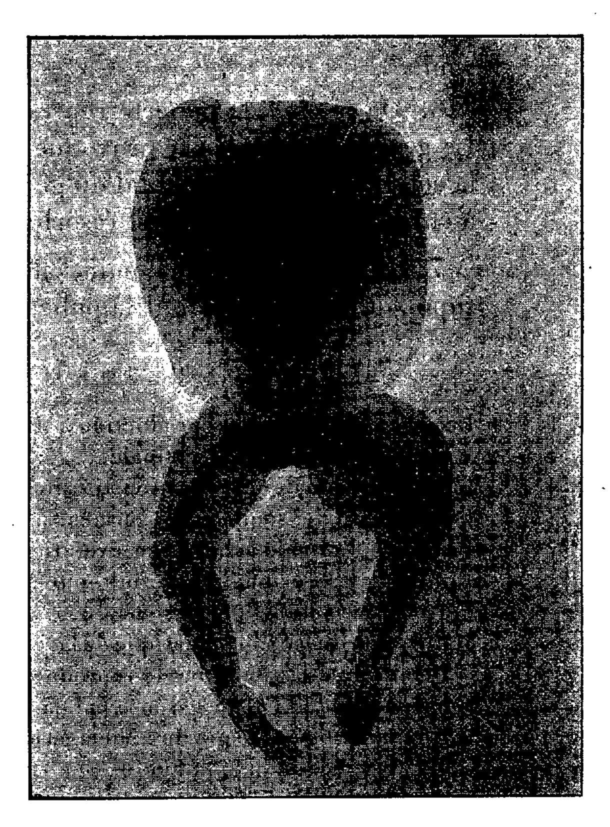
La *nubilité* est le terme de la maturation somatique, qui s'effectue pendant les années post-pubères que j'ai étudiées sous le nom de *période internubilo-pubertaire*.

TÉRATOLOGIE. — *Un cas d'acéphalie humaine.*
Note de M. A. MAGNAN, présentée par M. Edmond Perrier.

Nous avons déjà eu l'occasion de signaler un cas très rare d'acéphalie chez un fœtus humain [1]. Nous venons d'examiner, grâce à l'obligeance du professeur Pinard, un second acéphale qui provient de la clinique Baudelocque et qui, en beaucoup de points, ressemble au premier.

Ce monstre, du sexe féminin, pesait 525g et sa longueur totale était de 25cm,5. Il





avait une forme globuleuse, la tête n'étant nullement ébauchée. Mais il existait deux moignons de bras insérés presque à la partie supérieure de la masse ovoïde. Leur disposition et leur insertion les faisait ressembler à deux pattes de grenouille de 5cm,

(1) MAGNAN et PERRILLIAT, *Sur un monstre humain acéphale* (*Comptes rendus*, 24 oct. 1910).

de long. Le bras droit présentait une main avec un pouce et deux doigts. Le bras gauche offrait une main à quatre doigts, privée de pouce. L'articulation du poignet était la seule qui semblait exister.

Sur la face ventrale du monstre, on distinguait à $2^{cm},5$ du cordon ombilical une invagination dans laquelle on remarquait comme deux lèvres entre lesquelles pointait une masse conique. Au-dessus de la lèvre supérieure, se dessinait un petit bourgeon. Cet ensemble nous a semblé constituer une esquisse du visage. Les membres inférieurs étaient normaux, mais les doigts se présentaient incomplets. Le pied gauche offrait trois doigts normaux et deux ébauches de doigts. Le pied droit avait trois doigts; sur le côté se remarquait un petit moignon de doigt à peine esquissé.

A la dissection, ce monstre nous a montré une peau épaisse de 1^{cm} à 2^{cm}, recouvrant une cavité générale très réduite, longue de 7^{cm} et large de 4^{cm}. On n'y distinguait que deux organes : un intestin et un foie. Le foie occupait la partie supérieure et était granuleux. L'intestin s'ouvrait normalement à sa partie inférieure par un anus. Il se terminait à sa partie supérieure en cul-de-sac; il mesurait $0^{m},25$ de long. Il présentait à $0^{m},19$ de l'anus un appendice vermiculaire de 1^{cm} de long et 2^{mm} de large. A 3^{cm} du cul de sac se trouvait un second cæcum; nous le considérons comme l'ébauche du pancréas.

Il n'y avait ni estomac, ni œsophage, ni pharynx. L'invagination que nous avons assimilée plus haut à la bouche se terminait en cul-de-sac et ne présentait aucune communication avec la cavité générale. Il n'y avait ni poumons, ni cœur; nous n'avons pu étudier la circulation. Le monstre possédait deux reins lobés. Ils étaient logés profondément dans deux fosses rénales de chaque côté de la colonne vertébrale.

L'étude radiographique du monstre nous a révélé un squelette normal pour le tronc et les membres inférieurs. La ceinture scapulaire n'existait pas et le squelette de la tête faisait complètement défaut. Il y avait deux vertèbres cervicales, la dernière étant conique.

Le système nerveux était complet. A la partie supérieure du sac ovoïde, la peau offrait 2^{cm} d'épaisseur. Au milieu du tissu nous avons constaté l'existence d'un cerveau en miniature normalement constitué. Les hémisphères cérébraux longs de 3^{cm} et larges chacun de $2^{cm},5$ étaient logés dans la masse conjonctive. Le cervelet qui faisait suite était à l'intérieur d'une poche de 1^{cm} de diamètre au fond de laquelle s'ouvrait le canal médullaire. Aucune ossification n'était visible autour de ce cerveau rudimentaire.

Ce monstre nous montre donc un état d'acéphalie moins complet que celui que nous avons décrit. Ici une partie de la tête ou mieux du cerveau est esquissée au milieu des tissus. C'est encore l'épiderme qui en proliférant

a empêché la tête de se développer et c'est l'avortement de la tête qui a étouffé la formation des organes comme l'œsophage, l'estomac, le cœur et les poumons, organes qui se forment aux dépens de l'axe cérébro-spinal.

GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE. — *Les Vertébrés aquatiques du Sahara.* Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

Il semble paradoxal au premier abord de parler des animaux aquatiques, de ce qu'on est convenu d'appeler le *grand désert*. Cependant, en dehors de certaines formes déjà anciennement connues des puits et des chotts avoisinant le versant Sud de l'Atlas, les documents rapportés en ces dernières années au Muséum de Paris et étudiés par moi montrent que, même dans les parties centrales comme le Tassili des Azdjers, l'Adrar, le Tagant, ont pu se maintenir en quelques rares localités privilégiées plusieurs espèces franchement dulcaquicoles, derniers vestiges d'une faune jadis beaucoup plus importante.

Au demeurant, encore actuellement, le chiffre total des Vertébrés aquatiques du Sahara, sans être élevé, n'est nullement négligeable; il atteint en effet 20 espèces (Reptiles 2, Batraciens 8, Poissons 10).

Reptiles. — La présence de Crocodiles dans le Sahara, mentionnée déjà, d'après les dires des indigènes, par divers auteurs (Duveyrier, de Bary, Foureau), a été confirmée par l'envoi d'un échantillon communiqué par M. Flamand et capturé par le capitaine Nieger dans le massif montagneux du Tassili des Azdjers (Oued Harer). D'après mon examen, il s'agit d'un jeune Crocodile du Nil (*Crocodilus niloticus* Laur.), espèce bien connue répandue dans tous les grands fleuves de l'Afrique, mais dont l'existence en plein cœur du Sahara est des plus intéressantes à constater ([1]).

En outre une Tortue aquatique, l'Emyde lépreuse (*Clemmys leprosa* Schw.), qui habite le sud de l'Espagne, la Barbarie et la Sénégambie, atteint le bord Nord du Sahara dans la région tunisienne.

Batraciens. — Plusieurs espèces de Batraciens de Barbarie s'avancent également au sud de l'Atlas. Il faut citer parmi les Anoures deux espèces paléarctiques à très vaste distribution géographique, la Grenouille verte (*Rana esculenta* L. var. *ridibunda* Pallas) qu'on a signalée jusqu'à Ouargla et le Crapaud vert (*Bufo viridis* Laur.), puis le Crapaud de Mauritanie (*Bufo mauritanicus* Schlegel) spécial, comme son nom

---

([1]) On peut se demander si elle n'y a pas été introduite à l'époque romaine, comme elle l'avait été en Cyrénaïque. Toutefois, d'après M. René Chudeau, il y aurait aussi des Crocodiles au Tagant, région située très à l'ouest du Sahara; ceux-ci ne sauraient assurément avoir cette origine.

l'indique à la région barbaresque, le Discoglosse peint (*Discoglossus pictus* Otth.) qu'on rencontre, en outre, dans le sud-ouest de l'Europe; enfin un Urodèle, le Triton d'Hagenmüller (*Molge Hagenmülleri* Lataste).

A cette liste doivent être ajoutés pour les régions centrales du Sahara : la Grenouille des Mascareignes (*Rana mascareniensis* D. B.), espèce franchement éthiopienne habitant non seulement ces îles, mais toute l'Afrique continentale jusqu'à l'Égypte, au Tchad et à la Sénégambie et dont j'ai signalé la présence dans le Tassili des Azdjers (mare d'Ifédil) d'après les envois du capitaine Cortier, la Grenouille occipitale (*Rana occipitalis* Günther), forme de l'Afrique occidentale dont M. Chudeau vient de rapporter des exemplaires pris dans l'est du Sahara, à Moudjéria (Tagant) et à Atar (Adrar), enfin le Crapaud panthérin (*Bufo regularis* Reuss) espèce africaine, à large distribution géographique, recueilli également dans cette dernière localité.

Poissons. — Les espèces de Poissons déjà connues du sud de l'Atlas se répartissent en trois familles : un Cyprinodontidé, le Cyprinodon rubané (*Cyprinodon fasciatus* Val.), espèce répandue dans toute la région méditerranéenne, trois Cyprinidés spéciaux à la Barbarie, une Phoxinelle (*Phoxinellus Chaignoni* Vaillant) et deux Barbeaux du type de notre Barbeau commun, le Barbeau de la Calle (*Barbus callensis* C. V.) et le Barbeau de Biskra (*B. biscarensis* Boulenger) excessivement voisin, enfin trois Cichlidés franchement africains à distribution géographique très vaste (*Hemichromis bimaculatus* Gill, *Astatotilapia Desfontainesi* Lacépède, *Tilapia Zillii* Gervais).

En ce qui concerne les parties centrales, j'ai décrit en 1909 une espèce nouvelle du Tassili, le *Barbus deserti* Pellegrin, qui se rapproche d'une forme de Guinée le *B. ablabes* Bleeker, et vit à la mare d'Ifédil en compagnie du *B. biscarensis* Blgr.

Enfin les récents envois de M. Chudeau viennent encore augmenter cette liste de deux espèces récoltées à Atar (Adrar) : un Siluridé, le Clarias du Sénégal (*Clarias senegalensis*, C. V.) et un Cichlidé, la Tilapie de Galilée (*Tilapia galilæa* Artédi) qui habite non seulement cette province, mais encore en Afrique, du Nil au Sénégal.

De cet exposé on peut tirer les conclusions suivantes :

Si le nord de l'Afrique à partir de l'Atlas ou sous-région mauritanique (1) doit être considéré comme paléarctique méditerranéen, par contre le Sahara en ce qui concerne ses Vertébrés aquatiques est déjà très nettement africain. Sauf dans sa partie Nord, où l'on trouve encore quelques apports de la forme précédente, partout ailleurs il ne contient que des formes spéciales ou à distribution franchement éthiopienne (2).

L'étude de leur répartition géographique vient en outre apporter d'utiles indications sur ce qu'a dû être à une période peu éloignée le régime hydro-

---

(1) Voir J. Pellegrin, *La distribution des Poissons d'eau douce en Afrique* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 297).

(2) M. Germain arrive à des conclusions analogues en ce qui concerne les Mollusques fluviatiles (*Bull. Mus. His. nat.*, 1911, p. 325).

graphique de ces régions soumises à un assèchement continu et progressif. Des formes méditerranéennes ont pu remonter par de grandes rivières jusqu'aux massifs du Tassili et du Ahaggar, tandis que cette ligne de partage des eaux marquait en même temps la limite de l'extension des espèces venues du Soudan ou du Niger. Quant aux espèces aquatiques de l'Adrar et du Tagant, elles présentent une origine sénégalaise indéniable et prouvent qu'à une période des plus récentes, des cours d'eau naissant de ces massifs communiquaient plus ou moins directement avec le fleuve.

ZOOLOGIE. — *Le cycle hétérogonique de* Pterocallis tiliæ *Linné, et la présence de la chlorophylle.* Note de M. **Louis Semichon**, présentée par M. Edmond Perrier.

L'étude morphologique des Pucerons a permis de distinguer, parmi les femelles parthénogénétiques vivipares, ailées ou aptères, un certain nombre de formes bien définies qui, dans certaines familles, se succèdent suivant un ordre déterminé. Pour certaines espèces, il semble même qu'il existe un nombre fixe de générations parthénogénétiques, entre une fondatrice, née de l'œuf fécondé, et des sexupares, qui donnent naissance soit aux mâles, soit aux femelles ovigères.

Mais, *chez les Aphidiens proprement dits,* les vivipares qui se reproduisent parthénogénétiquement, pendant la période active de la végétation, diffèrent peu les uns des autres, et, dans les conditions favorables, on a pu observer chez plusieurs espèces, un nombre considérable de générations parthénogénétiques, se succédant sans que des formes mâles ou ovigères fissent leur apparition à l'époque habituelle.

Dans les cas où le cycle complet, qui se ferme par la ponte de l'œuf fécondé, n'est pas une série limitée de formes distinctes, des agents extérieurs peuvent agir actuellement, d'une façon directe ou indirecte, sur le mode de reproduction.

L'action de ces facteurs, mise en évidence par les travaux d'un assez grand nombre d'auteurs [1], est, en partie, connue. Les observations publiées jusqu'ici conduisent à deux remarques générales :

a. La reproduction de l'Aphidien est parthénogénétique, sur les parties de la plante nourricière en état de végétation active;

[1] La bibliographie paraîtra dans mon prochain Mémoire.

b. Les individus non parthénogénétiques (mâles et femelles ovigères) ont été rencontrés le plus souvent en automne, d'autres fois en été, mais sur des plantes fanées, plus rarement au printemps, mais alors sur des végétaux qui fleurissent à cette époque, ou en hiver, mais à l'état de vie ralentie.

Aussi l'opinion dominante rattache-t-elle les changements dans le mode de reproduction des *Aphides proprement dits* à des modifications de leurs aliments. La température et les autres conditions climatériques semblent n'avoir qu'une action indirecte en modifiant la végétation de la plante ou l'activité du Puceron.

Mais les changements alimentaires, qui retentissent sur les organes généraux du puceron sont-ils surtout quantitatifs ou qualitatifs? Se rattachent-ils à une modification visible des tissus de la plante nourricière? Pour étudier ces questions on ne peut s'adresser à la première espèce venue de Puceron ou de plante, car dans beaucoup de cas les conditions qu'on voudrait observer séparément se trouvent réunies dans la nature ou ne sont réalisées que pendant une durée trop courte.

Lorsque la période qui précède la floraison de la plante nourricière est courte, il arrive souvent que les feuilles se fanent peu après la formation des fruits. Dans cet espace de temps trop limité, il est difficile de rencontrer un nombre variable de générations, et l'on ne peut observer séparément trois sortes de circonstances qui peuvent influer sur la nourriture des Pucerons : la formation des fleurs et des fruits, la diminution et la cessation de l'activité chlorophyllienne, enfin la fanaison de la feuille, dans les conditions naturelles.

D'autre part, il convient que le Puceron étudié ait une multiplication rapide, afin qu'on puisse comparer l'action des facteurs externes sur des individus éloignés de la fondatrice par un nombre plus ou moins grand de générations.

Toutes choses égales d'ailleurs, l'aptitude à produire des parthénogénétiques peut être, en effet, plus ou moins affaiblie, chez les descendants de degré plus ou moins éloigné de la souche (c'est ce qui a été observé chez plusieurs Cladocères).

J'ai déjà fait connaître ([1]) des cas où l'apparition des femelles ovigères suivait la disparition du pigment vert dans le parenchyme, et la formation à la base du pétiole, de la cloison de liège, qui précède la chute de la feuille.

([1]) *Bulletin de la Société entomologique de France*, 1910, p. 330.

En ce qui concerne le Tilleul, cette coïncidence est frappante, car, sur le même arbre, pendant 2 mois environ, se rencontrent à la fois des feuilles vertes, des feuilles jaunissantes, des feuilles jaunes, et durant ce temps les femelles ovigères existent en même temps que des parthénogénétiques et sur les mêmes branches que ces dernières.

J'ai isolé, une par une dans des tubes de verre, des parthénogénétiques prises les unes sur des feuilles d'un vert sombre, les autres sur des feuilles jaunissantes ou jaunies. Chaque jour des fragments de feuille de la couleur correspondant à celle sur laquelle l'individu avait été pris étaient renouvelés dans les tubes. Dans ces conditions tous les individus pris sur des feuilles vert sombre et nourris de même n'ont pas donné une seule ovigère ni un seul mâle. Tandis que tous les individus parthénogénétiques qui ont eu pour descendants immédiats des mâles ou des ovigères avaient été pris à l'état de jeune sur des feuilles jaunissantes et nourris en tube, de portions de limbe à peu près dépourvues de chlorophylle. Aurait-il été possible d'obtenir indéfiniment des parthénogénétiques, dans les tubes d'élevage, à la condition de procurer toujours de la nourriture verte ? Je l'ignore, car je ne suis pas parvenu à obtenir plus de trois générations *en élevant les individus un par un dans des récipients isolés*. Quoi qu'il en soit, ces expériences m'ont permis de constater que les parents des mâles et des ovigères ne diffèrent pas des parents des parthénogénétiques par des caractères spéciaux. Il n'y a donc pas lieu de distinguer morphologiquement une forme sexupare. De plus la rencontre des premières ovigères sur les feuilles jaunes, à la date du 17 août et celle de quelques vivipares sur des feuilles vertes, au milieu d'octobre semble exclure l'hypothèse que *Pterocallis tiliæ* Linné ait un nombre de générations limité pour chaque cycle, tandis qu'elle rend plus frappant le parallélisme entre la présence de la chlorophylle dans les feuilles et le développement parthénogénétique chez le Puceron.

Il y aurait lieu de rechercher maintenant quelles sont les substances contenues dans les tissus pourvus de chlorophylle, qui seraient susceptibles de prolonger la parthénogenèse chez des Pucerons élevés en tube clos.

Actuellement, nous ignorons si la nourriture formée de feuilles presque privées de chlorophylle *pourrait arrêter la parthénogenèse* chez les descendants immédiats de la femelle vierge fondatrice, née de l'œuf. Mais, à partir de la fin d'août, et jusqu'au milieu d'octobre, les individus parthénogénétiques ailés de *Pterocallis tiliæ* L. ont donné : soit d'autres ailés vivipares, lorsque leur nourriture contenait quantité de chlorophylle, soit des mâles (ailés) et des femelles ovigères (aptères) lorsque les feuilles étaient plus ou

moins jaunies. Ces résultats ont été obtenus d'une façon régulière, dans plus de vingt tubes d'élevage, bouchés au liège, sans que j'aie pu noter une seule exception.

Chez cette espèce, le changement du mode de reproduction fait donc suite à des modifications alimentaires en rapport avec la présence de la chlorophylle chez la plante nourricière.

ZOOLOGIE. — *Sur certains organes sensitifs constants chez les larves de Diptères et leur signification probable.* Note de M. **D. Keilin**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Au cours de mes recherches sur la morphologie larvaire des Phorides, j'ai constaté que ces larves présentent sur tout le corps des organes sensitifs bien déterminés, quant à leur forme et leur nombre; ils occupent une position constante sur les divers segments thoraciques et abdominaux d'une espèce donnée. On peut même homologuer les organes sensoriels des larves d'une espèce déterminée avec ceux des autres espèces grâce à cette identité de place et d'égalité du nombre dans les deux cas. En outre, dans les cas où ces organes sont d'aspect différent dans deux espèces (ex. : formations *a* de *Phora bergenstammi* et de *Phora rufipes*) [1], il suffit de se reporter au premier stade larvaire pour retrouver ces organes sous la même forme. Parmi toute les formations sensitives, une surtout est intéressante, parce que je l'ai rencontrée d'une façon absolument constante chez les larves de Diptères nombreuses et variées que j'ai examinées; c'est la formation pleurale des segments thoraciques, composée chez les Phorides de quatre poils sensitifs (formation *d*).

Voici comment cet organe se présente chez une série de larves appartenant à des familles diverses de Diptères.

Syrphidæ (*Syrphus ribesii*, *Platychirus scutatus*, *Melanostoma scalare*) : cet organe est formé de trois poils courts droits, qui surmontent un mamelon peu saillant.

Muscidæ (*Calliphora erythrocephala*, *Musca*, *Lucilia*, *Pollenia rudis*, etc.) : cet organe est formé d'un bouquet de trois poils courts un peu recourbés, disposés de chaque côté de la face ventrale des segments thoraciques. Il est intéressant de remarquer qu'à côté de ces formations, on trouve des anneaux chitineux et un bâtonnet, respectivement analogues aux formations *b* et *c* des *Phora*.

---

[1] Ces indications se rapportent à mon Mémoire sur les larves de *Phora* (*Bull. Scient. Fr. et Bel.*, 7e série, t. XLIV, 1911, fasc. 1).

Anthomydiæ (*Antomyia*, *Homalomyia canicularis*, *Calliophrys riparia*, etc.) : cet organe est formé également d'un bouquet de trois poils (courts chez *Homalomyia* et *Antomyia*, très longs chez *Calliophrys*) accompagnés aussi de cercles chitineux *b* et d'un bâtonnet *c*. Il est intéressant de remarquer que de Meijere a donné dans son travail *Nepenthes-Thiere* (*Ann. du Jard. bot. Buitenzorg*, 1910) une figure (69) de profil de la larve de *Phaonia nepenthincola* Stein, où, sans le décrire, il a représenté cet organe sous forme d'un bouquet de trois longs poils.

Oestridæ (*Gasterophilus equi*, *Oestrus bovis*) : l'organe *d* est formé aussi de trois poils sensitifs. Chez les larves de *Gasterophilus equi*, en particulier, les formations sensitives ventrales des segments thoraciques présentent une analogie frappante avec ce que nous avons vu chez les *Phoridæ*. Chez les *Sapromyizinæ* (*Sapromyza plumicornis*), *Drosophilinæ* (*Drosophila confusa*, *D. funebris*, *D. ampelophila*), plusieurs *Agromyzinæ* et *Heteroneurinæ* (*Heteroneura albimana*) cet organe est formé de trois poils rapprochés par leur base et un peu recourbés vers l'extérieur.

Leptidæ (*Leptis scolopacea*) : Cet organe est formé de quatre poils courts très rapprochés occupant absolument la même place que chez les larves précédentes.

Stratiomyidæ : chez ces larves qui ont la peau dure et renfermant des dépôts calcaires, les poils sensitifs sont en général longs et pennés; cet organe est formé de trois poils inégaux, pennés et rejetés un peu de côté.

Tipulidæ : Sur un grand nombre de représentants étudiés, l'organe est formé de quatre poils petits et rapprochés.

Rhyphidæ (*Rhyphus fenestralis*) : l'organe est formé de trois poils inégaux rapprochés par leur base.

J'ai également trouvé cet organe chez les larves de *Ptychopteridæ*, chez les *Chironomidæ* et *Melusinidæ*, mais ici les accidents divers de la peau, ainsi que d'autres formations sensitives les masquent souvent.

Enfin, j'ai bien observé cet organe chez les larves des divers *Mycetophilidæ*, en particulier chez les larves de *Sciara medullaris*, qui montrent cet organe formé de quatre poils très courts, rigides, très rapprochés et disposés sur deux rangées. Ces formations ont ici une ressemblance frappante avec celle des *Phora* du deuxième groupe (Keilin, *loc. cit.*).

Nous voyons donc que les formations pleurales des segments thoraciques, représentées par trois ou quatre poils sensitifs, plus ou moins rapprochés par leur base, existent chez toutes les larves de Diptères, aussi bien Cyclorhaphes qu'Orthorhaphes. Elles existent aussi bien chez les larves libres, ayant les habitats les plus divers, que chez les larves parasites des plantes (*Ayromyizinæ*) et des animaux (*Oestridæ*, *Pollenia*). Ces formations sont toujours placées dans le voisinage immédiat des disques imaginaux des pattes ; ne seraient-elles pas un dernier vestige des pattes larvaires? Cette hypothèse paraît vraisemblable, car, si l'on examine des larves à pattes très rudimentaires, telles qu'on en trouve dans certaines familles de

Coléoptères (*Larinus maculosus*, *Balaninus nucum* et autres), on voit ces rudiments, sous forme de petits mamelons, incapables de servir à la locomotion, et néanmoins surmontés de poils sensoriels. Ainsi la patte des larves d'insecte, à la fois organe ambulatoire et sensitif, pourrait disparaître en tant qu'organe ambulatoire, mais persisterait toujours en tant qu'organe sensoriel.

Je n'ai cité au cours de ce travail que les formes dont les déterminations sont certaines, grâce à l'amabilité de M. le Dr Villeneuve ; mais j'ai fait des observations analogues et de tous points concordantes sur de très nombreuses autres larves dont les déterminations ne sont pas encore achevées.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le mécanisme de la destruction des diastases par la lumière.* Note de M. **Henri Agulhon**, présentée par M. E. Roux.

Roux, avec la toxine diphtérique (1), Fernbach, avec la sucrase (2), ont montré que l'influence destructrice des rayons solaires sur les diastases est due à une action simultanée de la lumière et de l'oxygène. Hertel, étudiant plus récemment (3) l'action de l'ultraviolet, rapporta l'atténuation des enzymes à un phénomène de réduction. L'action de la lumière aurait-elle un mécanisme si différent suivant que l'on opère dans l'une ou l'autre partie du spectre? En vue d'élucider cette question, je me suis adressé à un certain nombre de préparations diastasiques : sucrase obtenue par macération d'*Aspergillus niger*, émulsine d'amandes (Merck), laccase et tyrosinase de la macération glycérinée de *Russula queletii*, catalase de panne de porc et de foie de veau, présure en pastilles de Hansen.

Pour la sucrase, la laccase et la tyrosinase, je suis arrivé aux conclusions expérimentales suivantes :

Ces trois diastases sont inattaquées par la lumière visible dans le vide. Exposées dans le quartz à la lumière de la lampe à mercure, elles sont en partie détruites dans le vide, moins toutefois qu'en présence d'oxygène. On peut trouver une explication rationnelle de ce fait dans les recherches récentes sur la décomposition de l'eau en eau oxygénée et hydrogène par la lumière ultraviolette (4). Dans le vide, l'hydrogène

(1) *Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. II, 1888, p. 629.
(2) *Ann. de l'Inst. Pasteur*, t. III, 1889, p. 473.
(3) *Zeitschr. für allgem. Physiol.*, t. IV, 1904, p. 1.
(4) Miroslaw Kernbaum, *Comptes rendus*, t. 149, 1909, p. 273, et Tian, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1012.

est simplement mis en liberté; en présence d'oxygène, au contraire, il se combine à ce dernier élément et donne une nouvelle quantité d'eau oxygénée. Or celle-ci détruit les diastases en les oxydant rapidement : après 4 heures de séjour dans l'eau oxygénée à 0,5 pour 100, la laccase et la tyrosinase de la macération de Russule sont entièrement détruites. Les faits observés avec ces trois premières diastases correspondent donc parfaitement avec ce qu'on sait sur la production d'eau oxygénée à la lumière.

On peut résumer le mécanisme de l'action lumineuse :

1° La lumière visible est active sur les diastases (sucrase, laccase, tyrosinase) seulement en présence d'oxygène; elle agit par oxydation, il y a probablement formation d'eau oxygénée (¹), mais seulement en présence d'oxygène libre;

2° La lumière ultraviolette, plus active, est susceptible de décomposer l'eau avec formation d'eau oxygénée; aussi détruit-elle les diastases en solution aqueuse, même en l'absence d'oxygène; en sa présence, l'action est encore plus rapide, la formation d'eau oxygénée étant plus grande; il s'agit bien là encore d'un phénomène d'oxydation.

La présence d'eau est nécessaire à l'attaque par les rayons ultraviolets : en solution dans la glycérine à 30° Baumé, après 3 heures d'exposition dans le quartz, la tyrosinase n'est pas attaquée; il n'y a pas là une question d'opacité de la glycérine pour les radiations, comme le croit Vallet (²).

L'émulsine ne se comporte pas tout à fait comme les diastases précédentes; elle est légèrement attaquée par la lumière visible dans le vide; ceci nous amène à penser que le mécanisme d'oxydation par l'eau oxygénée qui explique parfaitement les faits pour la sucrase, la laccase et la tyrosinase, n'est pas absolument général. Il y aurait deux façons d'être des diastases vis-à-vis des rayons visibles dans le vide. Nous trouvons dans la catalase un exemple bien plus accentué que celui de l'émulsine d'une attaque dans le vide par la lumière visible.

D'après Zeller et Jodlbauer (³), les rayons visibles du spectre ne détruisent la catalase qu'en présence de l'oxygène; la destruction par les radiations ultraviolettes n'est d'autre part pas influencée par sa présence ou son absence. Battelli et Stern (⁴) sont arrivés au contraire au résultat

---

(¹) Miroslaw Kernbaum a montré que sous l'action de la lumière solaire il se formait H^2O^2 (*Société de Physique*, 7 juillet 1911).

(²) *Comptes rendus*, t. 150, p. 632.

(³) *Biochem. Zeitschr.*, t. VIII, 1908, p. 84.

(⁴) *Comptes rendus Soc. Biologie.*, t. LXVIII, 1910, p. 1040.

suivant : la destruction de la catalase se produit sous l'action de la lumière visible avec la même intensité en présence ou non d'oxygène.

J'ai fait sur la catalase de panne de porc et sur celle de foie de veau un certain nombre d'expériences, tant au soleil qu'à la lumière de la lampe à mercure, et voici les conclusions auxquelles je suis arrivé : la catalase, comme l'émulsine, bien que détruite dans le vide par les rayons visibles, l'est cependant moins qu'en présence d'oxygène, ce qui est en contradiction avec les résultats de Battelli et Stern; d'autre part, la destruction par les rayons ultraviolets est notablement diminuée par l'absence d'oxygène, contrairement à ce qu'avaient annoncé Zeller et Jodlbauer. Des résultats si différents obtenus au cours de trois travaux successifs sur la même diastase montrent combien sont périlleuses les affirmations sur de telles questions; comme le faisait remarquer Duclaux, la masse même de la diastase est si petite qu'il peut suffire, pour en provoquer l'oxydation par la lumière, d'une trace d'oxygène; d'autre part, on s'imagine combien peut être grande l'influence des impuretés inconnues qui accompagnent la diastase.

Un troisième mode d'action de la lumière sur les diastases se présente à nous dans l'étude de la présure; celle-ci est inattaquée par les rayons visibles et la lumière ultraviolette la détruit aussi activement en présence ou en absence d'oxygène (1).

On voit en résumé que, dans l'état actuel des choses, il n'est pas possible de donner une unique explication du mécanisme de l'action de la lumière sur les enzymes. Trois groupes de diastase se présentent à nous :

L'un renferme la sucrase, la laccase et la tyrosinase, attaquées seulement en présence d'oxygène moléculaire par les rayons visibles, et moins rapidement détruites en l'absence de cet élément par l'ultraviolet. Le mécanisme d'oxydation est parfaitement bien expliqué dans ce cas par la formation d'eau oxygénée.

Le second comprend la catalase et l'émulsine, détruites dans le vide par toutes les radiations, moins activement toutefois qu'en présence d'oxygène.

Le troisième est représenté par la présure, insensible aux rayons visibles, attaquée d'une façon aussi intense par les radiations ultraviolettes en présence d'oxygène ou dans le vide.

L'existence de ces différents types diastasiques est-il dû à la présence

---

(1) On trouvera des détails sur l'activité plus ou moins grande de la lumière visible sur les différentes diastases dans une précédente Note : *Action des rayons ultraviolets sur les diastases* (*Comptes rendus*, t. 152, 13 février 1911, p. 398).

dans les solutions de corps étrangers à la diastase ou à la nature même du substratun de celle-ci? On ne saurait répondre actuellement à cette question ([1]).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action caséifiante de certains lipoïdes.* Note de MM. **H. Gaehlinger** et **A. Tilmant**, présentée par M. Labbé.

Les recherches que nous avons poursuivies depuis 1908 sur le rôle joué par les lipoïdes dans la défense de l'organisme, nous ont amenés à conclure tout d'abord que :

Certains lipoïdes, et en particulier les lipoïdes hépatiques, déterminent, en injections sous-cutanées, des réactions caractérisées au début par un empâtement au lieu d'injection et, ultérieurement, par la production de nodosités de volume variable, mais le plus souvent de la grosseur d'une petite noix, nodosités remplies par un magma épais, crémeux et entourées d'une enveloppe fibreuse assez résistante. Quelques nodosités peuvent aboutir au sphacèle de la peau sus-jacente et à la suppuration.

Ces nodosités, qui se produisaient primitivement chez des animaux atteints d'infections expérimentales, pouvaient passer, au premier abord, et pour un expérimentateur par trop prévenu de l'efficacité thérapeutique des lipoïdes, pour de véritables « points de fixation à bacilles tuberculeux », d'autant plus que la recherche du bacille de Koch par le rouge de Ziehl était positive. On trouvait, en effet, dans les frottis des aspects semblables à ceux du bacille de Koch ou « des débris bacillaires colorables par le Ziehl. Cependant ce magma, injecté sous la peau ou dans le péritoine du cobaye, ne donnait jamais de tuberculose ».

Cherchant à nous expliquer ce phénomène, nous avons traité le pus par le mélange alcool absolu-éther à parties égales; après agitation et centrifugation, le culot fut étalé sur des porte-objets vierges et coloré par le Ziehl. Celui-ci resta négatif et, dans aucune préparation, nous ne pûmes retrouver la moindre trace de bacilles.

Pour confirmer ce résultat, à des animaux sains n'ayant présenté aucune réaction thermique après injection de tuberculine, nous avons injecté des solutions de lipoïdes hépatiques dans l'huile de vaseline neutre ou des émulsions des mêmes corps dans l'eau salée physiologique et nous avons

([1]) Un Mémoire détaillé paraîtra dans un autre Recueil.

constaté 8 jours environ après les premières injections (celles-ci étant faites quotidiennement) l'apparition de nodosités qui 15 jours plus tard atteignaient le volume d'une noix et finissaient par déterminer une escarre dont la chute laissait une ulcération avec grand décollement. Cette plaie s'infectant déterminait la mort du sujet lorsque l'abcès avait été volumineux; dans la plupart des cas, au contraire, elle se cicatrisait spontanément. Le pus crémeux de ces abcès présentait cependant, malgré l'absence de toute infection tuberculeuse, des corps colorés par le Ziehl.

A quoi est due cette réaction du cobaye aux injections sous-cutanées de lipoïdes ?

Dans sa Thèse inaugurale (*La recherche du méconium en médecine légale*, Thèse, Lille, 1911), M. G. Lefebvre signale la présence d'abcès semblables dans le tissu cellulaire sous-cutané du lapin après injection de méconium bouilli. « Nous signalerons en passant, écrit-il, que ce lapin eut, au niveau d'une injection, un abcès suivi d'escarre, mais la cicatrisation se fit facilement. Ce fut d'ailleurs le seul abcès que présentaient les lapins de nos deux séries. En effet, à l'autopsie, nous avons pu constater chez chacun d'eux, à l'endroit où avaient été faites les injections, un nombre égal de petits nodules de la grosseur d'une petite noix et renfermant un magma blanchâtre et caséeux, d'odeur analogue à celle du contenu des kystes sébacés, mais on n'y pouvait plus reconnaître les éléments du méconium et il n'y apparaissait aucune tendance à la suppuration. »

Voilà donc deux corps : lipoïde hépatique et méconium, qui ont la même propriété caséifiante. Nous connaissons un troisième corps jouissant de cette propriété et dont l'étude complète a été faite par M. Auclair : c'est l'éthéro-bacilline, poison caséifiant du bacille tuberculeux.

Or si nous comparons les divers composants de ces corps et leurs propriétés, nous voyons que bien des points de similitude existent entre eux : tous trois contiennent de la cholestérine et des acides gras en grande abondance, tous trois contiennent des éléments solubles dans l'alcool et l'éther (et ce sont précisément la cholestérine et les acides gras), tous trois produisent la caséification.

Or il est admis à l'heure actuelle que l'acido-résistance du bacille de Koch est due à la présence d'acides gras dans son enveloppe cireuse.

En résumé, nous nous croyons autorisés à conclure que :

Il existe dans les lipoïdes et en particulier dans les lipoïdes hépatiques des acides gras solubles dans l'éther, acido-résistants et capables de déterminer la caséification, propriétés qui les rendent semblables à l'éthéro-bacilline d'Auclair, poison caséifiant du bacille tuberculeux.

GÉOLOGIE. — *Sur quelques conséquences de l'hypothèse d'un dualisme des plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales.* Note de M. **Maurice Lugeon**, présentée par M. Pierre Termier.

Dans une précédente Note ([1]), j'ai montré qu'on pouvait distinguer dans les Alpes franco-suisses deux chaînes paléozoïques d'âge différent : la *chaîne ségalaunienne* qui est anté-stéphanienne, et la *chaîne allobrogienne* qui serait seulement anté-triasique. Cette différenciation semble se vérifier dans les autres vieux massifs de la chaîne française.

Une première conséquence à tirer de cette hypothèse concerne l'âge de la protogine.

MM. Duparc et Ritter ([2]), par des recherches très détaillées, ont fait voir que, dans les conglomérats stéphaniens, dits *de Vallorcine*, il n'existait aucun débri de protogine. Celle-ci n'a été signalée, d'après Venance Payot ([3]), que dans le conglomérat de l'Ajoux, près Argentière (Vallée de Chamonix). Nous avons, mes collaborateurs MM. Argand et Jeannet et moi, fouillé complètement le petit affleurement de l'Ajoux sans trouver aucune trace de galets de protogine, et de beaux échantillons de conglomérats, conservés dans le Laboratoire de Géologie de la Sorbonne, n'en montrent également aucun reste. Nous n'avons rencontré que le type habituel du gneiss injecté, type Aiguilles-Rouges, qui peut se confondre aisément avec la protogine.

Je crois pouvoir en conclure que la protogine n'affleurait pas aux temps du Stéphanien. Or, des recherches récentes, faites dans le massif de l'Aar par M. J. Kœnigsberger ([4]), ont nettement démontré que le faciès bordier porphyrique de la protogine injecte les schistes carbonifères. M. W. Staub([5]) a fait une démonstration analogue et confirmé la concordance du Houiller sur les gneiss.

Dans l'extrémité sud du massif des Aiguilles-Rouges, non loin de la gare des Houches, les schistes carbonifères semblent avoir été partiellement

---

([1]) *Comptes rendus*, 30 octobre 1911.

([2]) Duparc et Ritter, *Les formations carbonifères et les quartzites du Trias, etc.* (*Mémoires Soc. phys. et d'Histoire naturelle de Genève*, t. XXXII, 1894).

([3]) A. Michel Lévy, *Étude sur les roches cristallines et éruptives des environs du mont Blanc* (*Bull. C. géol. Fr.*, t. I, n° 9, 1890, p. 22).

([4]) J. Koenigsberger, *Erläuterungen zur geologischen und mineralogischen Karte des östlichen Aaremassivs.* Freiburg-im-Brisgau, 1900.

([5]) W. Staub, *Société helv. des Sc. naturelles*, session de Soleure, 1911.

transformés en cornéennes par l'action d'un magma lointain, que, par analogie, j'assimile à celui de la protogine.

La protogine du massif du mont Blanc serait donc d'âge post-stéphanien et anté-triasique; *elle serait permienne*. Il resterait à rechercher si cette protogine aurait précédé ou suivi la surrection de la chaîne allobrogienne dont elle serait l'apanage exclusif.

Une autre conséquence me paraît découler du dualisme des chaînes paléozoïques dans nos Alpes. *La chaîne allobrogienne a seule été culbutée par les mouvements alpins tertiaires*. Elle a donné naissance à des nappes helvétiques, alors que, sur la vieille pénéplaine ségalaunienne, les masses sédimentaires n'ont fait que glisser. La chaîne allobrogienne chevauche sur celle qui lui fut quelque peu antérieure, mais ce chevauchement est d'âge tertiaire. Le massif du mont Blanc et la zone à protogine du massif de l'Aar ont été poussés vers l'extérieur alpin de quelques kilomètres, et nous attribuons à cette avancée la différence si marquée qui existe entre la protogine et les granites de Vallorcine et de Gastern.

Le synclinal de Chamonix est à mes yeux l'homologue parfait de celui de la Jungfrau en Suisse, synclinal qui sépare deux régions cristallines si notoirement différentes, et qui se prolonge très loin en profondeur, comme on l'a vu par le percement du tunnel du Lœtschberg. Ainsi, sous le mont Blanc, doit, dans le Trias, se prolonger le synclinal de Chamonix. Il y a bien eu un « formidable glissement » le long de la vallée de Chamonix, ainsi que l'a très justement dit M. Michel Lévy (¹). C'est cette marche vers l'avant du massif du mont Blanc qui permet seule d'expliquer la divergence de direction de ses schistes cristallins d'avec ceux de l'extrémité méridionale du massif des Aiguilles-Rouges.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur l'origine des manifestations électriques des orages, à l'occasion de l'observation des cyclones en mer de Chine*. Note de M. G. **Le Cadet**, présentée par M. J. Violle.

J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un fait d'observations personnelles très suggestif, déjà signalé par divers observateurs et notamment par le P. J. Algué (²), à savoir : que les perturbations cyclo-

(¹) A. Michel Lévy, *loc. cit.*, p. 23.
(²) Algué, *The Cyclones of the Far East*, 2ᵉ édition, Manila, 1904, p. 182.

niques les plus violentes (typhons), mettant en jeu la plus grande somme d'énergie mécanique apparente en présence des plus abondantes condensations, ne comportent, *dans leur zone interne,* aucune des manifestations électriques propres aux perturbations orageuses, qui se développent d'ailleurs avec intensité dans la périphérie des cyclones.

En conséquence de mes études antérieures du champ électrique de l'atmosphère, je crois pouvoir fournir de ce fait l'explication suivante, dont le fondement expérimental se trouve dans les résultats obtenus au moyen du dispositif réalisé par L. Palmieri, sous le nom de *machine électrique atmosphérique* (¹).

L'*orage* est un tourbillon à axe *horizontal* ou très incliné vers l'horizon (Hildebrandsson et Teisserenc de Bort, *Les bases de la Météorologie dynamique*, 7ᵉ Livre, Chap. V, 1904, p. 277).

Le *cyclone* est un tourbillon à axe *vertical* (*Id.*, passim et *Divers*, classique).

*Dans le champ électrique terrestre vertical, le tourbillon à axe horizontal peut seul développer des charges d'*INFLUENCE *et des différences de potentiel suffisantes pour provoquer des décharges disruptives.*

Et c'est ainsi que, lorsque le typhon atteint la terre et que son axe s'incline, quelques manifestations électriques commencent à se produire.

On remarque d'ailleurs qu'il est, dès lors, bien près de se transformer et de se disperser (J. Algué, *loc. cit.*).

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la protection contre la foudre des observatoires de grande altitude.* Note de M. **J. Vallot**, présentée par M. L. Cailletet.

Les observatoires de grande altitude sont particulièrement menacés par la foudre, et la protection en est très difficile. Le sol est gelé et la neige est très mauvaise conductrice de l'électricité.

Ce serait une illusion de penser que l'isolement d'une construction sur la neige suffit pour la protéger. En août 1911, le laboratoire construit au sommet du mont Blanc sur l'ordre de la Société des Observatoires a été frappé par la foudre, et un homme grièvement blessé n'a pas tardé à suc-

(¹) G. Le Cadet, *Étude du champ électrique de l'atmosphère*, § 76, p. 44. Paris, J.-B. Baillière et fils ; 1898.

comber. La construction était en bois, ensevelie dans la neige, sans paratonnerre. Le toit était couvert de feuilles de cuivre.

La couverture en cuivre ne peut pas être incriminée, car cette cabane avait déjà été foudroyée en 1909, lorsque le cuivre n'était pas encore posé.

En 1903, d'après M. Bossonney, l'Observatoire Janssen, construit en bois sur la neige du mont Blanc, fut frappé par la foudre. Des clous, dans une caisse, se soudèrent entre eux, des boîtes de conserves vides furent percées de trous, des assiettes de ferblanc se soudèrent en un bloc.

En 1895, cet observatoire fut muni de plusieurs paratonnerres placés sur son sommet. Le conducteur était un câble de cuivre qui conduisait l'électricité jusqu'à un petit rocher, à 100^m de distance. Le contact au rocher était assuré par un tas de ferraille de 500^{kg} à 600^{kg}.

En 1903, on y ajouta deux conducteurs formés de fils de fer à petite section. En 1904, deux nouveaux conducteurs, en fils de fer à grosse section, furent encore placés, reliés toujours au même rocher et au tas de ferraille.

Les conducteurs ne manquaient donc pas; malgré cela la foudre continua à visiter souvent l'observatoire, fondant par place des cuillères, des fourchettes, des boulons, perçant des assiettes et des tasses en fer émaillé, soudant des écrous avec leurs boulons, carbonisant des pièces de bois, perçant des feutres. Le couvercle de fermeture de la grande lunette, en métal épais, était percé de trous caractéristiques, très ronds, avec un petit bourrelet en métal fondu tout autour.

Des témoins oculaires relatent des coups de foudre. Vers 1903, le guide Félix Bozon vit une série de courants électriques semblables à des rubans de feu qui, partant du câble conducteur, traversaient horizontalement la chambre; ce phénomène effrayant dura 2 *heures et demie*.

En 1902, le guide Antonin Tournier vit dans l'observatoire la foudre globulaire, sous forme d'une boule de feu grosse comme un œuf de pigeon allongé, se promenant assez lentement, revenant en arrière et éclatant; un homme reçut une forte secousse. Une heure après, la foudre éclata de nouveau, donnant de fortes secousses aux hommes, dans les jambes.

En 1906, le même guide assista à deux décharges de la foudre sur l'observatoire. Des étincelles jaillissaient de tous côtés, avec un bruit de grosse toile qu'on déchire. Les hommes ressentirent des fortes secousses dans les jambes, comme des coups de bâton.

En 1907, d'après le même témoin, la foudre tomba plusieurs fois, vers le soir, sur l'observatoire, à intervalles à peu près réguliers de quelques minutes, avec un bruit effrayant. A chaque décharge, des étincelles pareilles à des serpents de fer sillonnaient l'observatoire dans tous les sens, avec une insupportable odeur de roussi. Le phénomène dura *près de 1 heure*. A 4^h du matin, nouveau spectacle semblable. A 10^h du matin, coup de foudre isolé, brûlant une bande de feutre. A 4^h du soir, deux coups de foudre ressentis dans les jambes, avec rubans de feu.

En 1909, d'après le charpentier Amoudruz et l'observateur précédent, la foudre frappa l'observatoire avec fracas, à sept ou huit reprises. De tous côtés, partout où se

trouvaient des pièces métalliques, partaient des étincelles en formes d'étoiles ayant jusqu'à 20^{cm} de diamètre.

Un échange se faisait particulièrement entre la grande lunette, le fourneau et un sommier métallique. Ce spectacle terrifiant dura 1 *heure*. Une tarière, une scie et d'autres outils présentèrent des traces de fusion.

Tous ces coups de foudre ont été vus à l'intérieur de l'observatoire.

Un paratonnerre en mauvais état peut être la cause d'un accident. En 1900, la pointe d'un des deux paratonnerres du *refuge* des Bosses ayant été brisée, la tige se terminait par une boule. Elle fut frappée par la foudre qui blessa grièvement un touriste dans le refuge.

Il paraît résulter de ces observations qu'un conducteur de grande longueur ne paraît pas débiter suffisamment pour assurer l'écoulement immédiat des quantités formidables d'électricité développées par les orages à grande altitude.

L'observatoire des Bosses, au mont Blanc, n'a jamais été frappé par la foudre. La protection a été établie de la manière suivante :

Quatre paratonnerres à pointes multiples, système Buchin, ont été placés sur le toit et reliés entre eux par des conducteurs. De chaque paratonnerre part un conducteur formé d'un fil de fer de 5^{mm} de diamètre qui descend dans le rocher et se termine en spirale dans la pierraille. L'observatoire est entièrement revêtu d'un blindage en feuilles de cuivre mince, en contact avec les paratonnerres, les conducteurs et les pierrailles du sol. L'électricité trouve ainsi immédiatement une large surface très conductrice où elle peut se répandre, et les points de contact avec le sol sont aussi multipliés qu'il est possible. Le tuyau du poêle est en contact avec l'enveloppe de cuivre.

Ainsi revêtu, l'observatoire constitue une cage de Faraday dans laquelle aucun courant, aucune étincelle, aucune trace de foudre n'ont jamais été constatés pendant les orages les plus violents, malgré la présence de nombreux instruments métalliques non reliés aux paratonnerres.

Cette installation, faite depuis treize ans, a donné jusqu'ici toute satisfaction. La construction est établie sur le rocher et directement en contact avec lui.

Quant aux édifices établis sur la neige et à grande distance du rocher, je ne connais aucun moyen de les préserver.

SISMOLOGIE. — *Sur la répartition de l'instabilité sismique en Bolivie.* Note de M. DE MONTESSUS DE BALLORE, présentée par M. Ch. Barrois.

La Bolivie passe, dans l'Amérique du Sud, pour une région sismiquement très stable et à l'abri des désastres, et aucune recherche systématique

n'est venue jusqu'à présent contredire une opinion qui faisait de ce pays une inexplicable anomalie parmi les régions à grand relief; on pouvait s'étonner à bon droit que les hautes terres interandines comprises entre les 16e et 22e parallèles, de La Paz à Tarija, échappassent à la loi si générale qui, sur toute la surface du globe, met en intime relation la sismicité et le relief, soit émergé, soit immergé. L'ignorance dans laquelle on se trouvait jusqu'ici relativement aux tremblements de terre de la Bolivie, tandis que ceux du Pérou et du Chili, d'une part, et ceux du versant oriental des Andes en Argentine, d'autre part, sont tristement célèbres, tient à ce que ces hautes terres sont restées difficilement accessibles aux études scientifiques et que l'absence de villes importantes à détruire a eu pour résultat de laisser passer inaperçus de nombreux et violents tremblements de terre qui, partout ailleurs, auraient ému l'opinion publique et laissé des traces dans l'histoire. Ces séismes même, en dépit de leur intensité ne produisent pas de très grands dommages parce qu'en Bolivie les constructions importantes sont plutôt rares, même dans les principaux centres. Il est donc intéressant d'esquisser le résultat de nos recherches sur la répartition de la sismicité de ce pays pour combler une lacune importante dans les connaissances acquises sur la géographie sismologique générale.

Si l'on élimine tout d'abord les grandes secousses du littoral pacifique qui, d'Arequipa à Antofagasta par Arica et Iquique, se propagent vers l'Est jusque sur les plateaux interandins, on constate que ces mêmes hautes terres sont peu exposées aux dommages, non que des séismes propres et de certaine intensité ne s'y produisent de temps à autres, mais leurs dégâts, d'ailleurs très limités, résultent principalement des mauvaises méthodes de construction employées. Depuis 18 mois, nous avons institué des observations régulières tout le long du chemin de fer d'Antofagasta à La Paz au travers du désert d'Atacama et, tandis que le versant chilien fournit d'innombrables secousses presque journalières, celles propres à la partie bolivienne de la ligne se chiffrent seulement par quelques unités. Ces observations récentes rapprochées des quelques faits historiques parvenus à notre connaissance prouvent que l'intérieur de la Bolivie est, au point de vue des tremblements de terre, à la limite des régions sismiques et pénésismiques. Le versant oriental de la Cordillère de l'Ouest est relativement stable.

Il en va tout autrement pour la Cordillère de l'Est qui tombe à pic sur les vastes plaines du Chaco et du Béni. Il n'y a le long de la chaîne que trois centres de population : Cochabamba, Santa Cruz de la Sierra et Tarija. On savait bien que Cochabamba n'est pas à l'abri de secousses assez graves et le

désastre de Sipesipe du 22 juillet 1909 est venu confirmer les recherches faites dans les archives historiques. Nous avons pu découvrir une catastrophe sismique éprouvée à Santa Cruz de la Sierra pendant la période de 1848 à 1850, sans que le vague de la date puisse laisser le moindre doute sur la réalité de l'événement. Enfin, dans la région de Tarija, trois grands tremblements de terre modernes suffisent à démontrer que le désastre des missions du Chaco en 1734 n'était pas un fait isolé, ou anormal, sans lendemain probable : ce sont ceux de Yacuiba du 23 septembre 1887 et du 23 mars 1899 et celui de Tupiza du 17 mai 1909, ces deux localités étant respectivement situées sur le versant oriental et occidental de la Cordillère de l'Est. Trois demi-désastres en 25 ans laissent supposer une haute sismicité.

Quoique, faute d'autres centres habités ou dès longtemps colonisés, on ne sache rien du reste de la falaise Chaco-Béni, il n'est pas téméraire, en conséquence des faits cités plus haut, d'affirmer qu'il s'agit là d'une longue bande très instable, prolongeant vers le Nord la région des tremblements de terre argentins qui, au Sud, débute à Mendoza, et ainsi s'étendrait sur plus de 1600^{km} en direction méridienne. Il est probable que les observations que nous allons tenter d'y instituer prouveront qu'au bord du Chaco la fréquence annuelle des petites secousses est grande, peut-être même comparable à celle du versant chilien des Andes, le long duquel les observations poursuivies depuis 4 ans ont démontré que d'Arica à Valdivia, soit sur un développemant linéaire d'environ 2400^{km} du Nord au Sud, se produisent journellement en moyenne quatre secousses sensibles à l'homme, chiffre qu'il était difficile de soupçonner et qui met sans conteste le Chili au niveau, sinon à la tête des régions les plus instables du globe.

Il serait prématuré de tirer de ces faits des déductions précises quant à l'origine tectonique des tremblements de terre dont il s'agit, la géographie de la chaîne orientale de Bolivie étant à peine esquissée et sa géologie tout à fait ignorée. Région de haut relief dont les énormes difficultés d'accès dénotent la récente surrection; c'est dire que sa forte sismicité rentre dans les conditions générales propres aux régions de grande instabilité.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 NOVEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. G. **Darboux** présente à l'Académie un Ouvrage intitulé : *Science et Philosophie*, par Jules Tannery, avec une Notice par Émile Borel.

M. **Bertin** présente trois dessins d'anciens bâtiments destinés à paraître dans les *Souvenirs de Marine conservés*, de l'Amiral Paris.

1° Une jonque de guerre, de l'époque de l'invasion mongole, repoussée en 1281;

2° Un bâtiment de commerce pour la navigation hauturière, dessin daté de 1634, cinq ans avant la fermeture du Japon;

3° Le premier bâtiment construit dans l'intention de copier les modèles européens, bâtiment mis en chantier en 1854, un an après l'abolition du décret de fermeture du Japon.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un de ses Membres qui devra occuper, dans la *Commission de contrôle de la Circulation monétaire*, la place vacante par le décès de M. *L. Troost*.

M. A. **Haller** réunit la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

Le Laboratoire des recherches maritimes scientifiques du Pourquoi-Pas? par M. J.-B. Charcot (1).

J'ai pensé qu'il pouvait être intéressant pour l'Académie des Sciences d'être mise au courant de l'organisation sur des bases un peu nouvelles d'un laboratoire pratique de recherches maritimes et scientifiques.

Sur ma demande, le *Pourquoi-Pas?*, navire qui a servi à la dernière Expédition antarctique française, a été affecté au Muséum d'Histoire naturelle de Paris. Le Ministre de l'Instruction publique, sur la proposition de M. Ed. Perrier, a bien voulu me nommer directeur (sans appointements) d'un laboratoire maritime des Hautes Études, commandant du *Pourquoi-Pas?*.

J'ai pu obtenir qu'un crédit fût voté par les Chambres assurant une partie de l'entretien du navire désarmé, et je me charge moi-même de parfaire le nécessaire.

Le *Pourquoi-Pas?*, trois-mâts barque auxiliaire en bois de 465 tonneaux, d'une construction particulièrement solide, est muni d'une machine compound de 500 chevaux lui assurant une vitesse de 8 nœuds, avec la faible consommation de 5^t de charbon par 24 heures. Il peut naviguer à la voile seule et dans toutes les mers.

Les aménagements spacieux, en dehors de ceux réservés à l'équipage et au commandant, permettent de loger sept personnes dans des cabines séparées donnant sur un vaste carré. Il possède deux laboratoires aménagés et un grand laboratoire de photographie. L'éclairage électrique est assuré par un moteur indépendant à pétrole et des accumulateurs.

Sont installés sur le pont : un appareil à dragage à vapeur permettant des recherches jusqu'à 3000^m et un appareil Lucas, mû soit par la vapeur, soit par l'électricité, pouvant sonder jusqu'à 6000^m. Les embarcations consistent en une grande et solide vedette à moteur de Dion, un grand canot à deux mâts, 2 baleinières, 2 norvégiennes, 4 doris et 2 berthons.

(1) 13 novembre 1911.

Grâce à l'habituelle générosité de S. A. S. le Prince de Monaco qui a bien voulu, en outre, m'aider de ses conseils et de ses encouragements, le navire possède un riche assortiment d'instruments océanographiques.

Les instruments usuels de navigation ordinaire et d'exploration polaire sont au complet et l'inventaire comprend, entre autres, des instruments météorologiques, des instruments de mesure d'électricité atmosphérique, d'hydrographie, de photographie, un sismographe, un marégraphe enregistreur Favé, une bibliothèque d'un millier de volumes, etc. et un matériel complet de campement et d'ascension pour six équipes.

Les soutes peuvent contenir 250^{t} de charbon assurant au navire un vaste rayon d'action.

Dans mon esprit, le *Pourquoi-Pas?* désarmé, avec ses aménagements, ses embarcations et son personnel fixe de trois matelots, doit déjà pouvoir servir de laboratoire de recherches biologiques maritimes. Dans ce but, il est actuellement désarmé à Saint-Servan, où le Ministre de la Marine m'a prêté les vastes locaux de l'arsenal de Saint-Servan pour remiser son matériel.

Il est, d'ores et déjà, dans ces conditions, à la disposition des naturalistes.

Mais c'est surtout armé que le *Pourquoi-Pas?* peut et doit rendre de réels services à la Science française. Toutefois, pour cet armement, des crédits sont indispensables.

Je me permets de faire remarquer, et c'est là où cette organisation est à peu près unique dans son genre, que si le navire est spécialement aménagé pour les recherches biologiques, il est cependant, de par sa disposition et son inventaire, à même de se livrer à toutes les recherches scientifiques pouvant se faire en mer, tant à proximité des côtes que dans les régions les plus éloignées, polaires, tempérées ou tropicales (océanographie, géographie, hydrographie, magnétisme terrestre, gravitation, sismographie, météorologie, etc.). Le Muséum, comme moi-même, tenons dès à présent ce navire à la disposition de tous les savants intéressés à ces recherches, persuadés que, quelles que soient leur nature, les collections nationales du Muséum trouveront toujours à s'en enrichir.

Grâce au bon état du navire et à son riche inventaire, des sommes relativement peu élevées seraient nécessaires ; environ une dizaine de mille francs par mois de navigation.

La dernière Expédition antarctique a coûté 750000^{fr}. Maintenant, une

expédition de 8 mois dans les mêmes régions pourrait être réalisée avec la somme relativement minime de 80000fr.

Mais, à côté de ces expéditions de longue haleine que je suis désireux d'entreprendre de nouveau, si les moyens sont mis à ma disposition, de courtes explorations de deux ou trois mois, extrêmement fructueuses, non seulement pour la Science pure, mais au point de vue de la pratique de la pêche, et dont la nécessité, au dire des savants compétents, se fait si souvent sentir, peuvent être entreprises à peu de frais. Avec un très léger effort administratif, le Service scientifique des pêches du Ministère de la Marine, dirigé par M. Fabre-Domergue inspecteur général, dont les efforts dans ce sens ont été jusqu'ici paralysés par l'absence regrettable de moyens d'action, pourrait, en joignant ses efforts aux nôtres, faciliter cette tâche.

Dans ce sens, je me permettrai, en passant, d'attirer l'attention sur l'intérêt qu'il pourrait y avoir, par exemple, soit à effectuer des dragages autour de l'Islande, en même temps que des observations magnétiques et pendulaires pourraient être entreprises à l'île Jan-Mayen, tout en étudiant les conditions tant morales que matérielles dans lesquelles nos nombreux pêcheurs travaillent dans ces régions, soit à étudier au point de vue pratique et scientifique les côtes du Maroc vers lesquelles l'attention de la France est actuellement si naturellement portée.

Je tiens par ailleurs à la disposition des savants intéressés une liste complète des instruments m'appartenant en propre ou appartenant à l'inventaire du navire.

Il serait véritablement regrettable que cette organisation, laborieusement menée à bien, ne puisse, faute d'un peu d'argent, être utilisée dans l'intérêt de la Science et de la Marine de notre pays.

CORRESPONDANCE.

M. Ch. Moureu prie l'Académie de vouloir bien le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *L. Troost*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Des Cartes de diverses régions de la *France* (notamment des Cartes aéronautiques), de l'*Algérie*, de la *Tunisie* et du *Maroc*. (Hommage du SERVICE GÉOGRAPHIQUE DE L'ARMÉE.)

2° *L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution*, par GUSTAVE CHAUVEAUD.

3° *Recherches sur les yeux di- et trispermiques de grenouille*, par MAURICE HERLANT.

4° Le Tome III des Œuvres d'EMANUEL SWEDENBORG : *Miscellanea de rebus naturalibus*.

5° LOUIS BUREAU. *L'âge des perdrix.* — I. *La perdrix grise.* (Présenté par M. Delage.)

6° SOCIÉTÉ GAY-LUSSAC. L'ARBRE ET L'EAU. — *Châtaigne et châtaignier. Exposition, Congrès.* (Présenté par M. L. Mangin.)

7° EDUARD JORDIS. *Generalregister zu Band* 1-10, *Jahrgang* 1894-1904 *der Zeitschrift für Elektrochemie und angewandte physikalische Chemie.* (Présenté par M. H. Le Chatelier.)

8° J. GRASSET. *Traité élémentaire de Physio-pathologie clinique.* Tome III. (Présenté par M. Ch. Bouchard.)

9° Une photographie d'un buste de *Philippe Lebon*. (Hommage de M. Gustave Cahen.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique Borrelly* (1911 *e*), *faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.* Note de M. **BORRELLY**, présentée par M. B. Baillaud.

Dates. 1911.	Temps moyen de Marseille.	Différence en Æ.	Différence en ℘.	Nombre de compar.	Æ apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.	★.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Nov. 13...	11. 5.13	−2. 8,17	+11. 4,8	8:8	3.29.40,24	−$\bar{1}$,070	116.54.17,2	−0,912	1
» 14...	11.11.16	+0.21,59	+17. 0,4	6:6	3.28. 6,15	−$\bar{2}$,970	116.20. 2,3	−0,912	2
» 15...	10.26.13	−1.31,86	− 8.38,3	5:5	3.26.36,72	−$\bar{1}$,235	115.55.59,1	−0,903	3
» 16...	10.41. 2	−3.38,32	+14. 4,7	6:6	3.25. 1,39	−$\bar{1}$,118	115. 8.50,2	−0,906	4

Position des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	Æ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1.......	8,5	3.31.45,07	+3,34	116.43.31,4	−19,0	669, Cordoba, vol. XII
2.......	8,9	3.27.41,20	+3,36	116. 3.40,7	−18,8	1457, Cordoba, vol. XIII
3.......	6,3	3.28. 5,21	+3,37	115.54.56,0	−18,6	1443, Cap. (Stone)
4.......	7,0	3.28.36,34	+3,37	114.55. 3,9	−18,4	1466, Cap. (Stone)

Remarques. — Le 13, la comète est assez brillante, de 10e grandeur, son étendue est de 2′; le 14, la comète a sensiblement le même aspect que la veille; le 15, l'observation est troublée par les nuages. Le 16, la comète paraît avoir sensiblement gagné en éclat; on l'observe plus facilement que lors de sa première apparition en 1904, quoiqu'elle soit plus australe.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions analytiques qui admettent deux valeurs exceptionnelles dans un domaine.* Note de M. P. MONTEL, présentée par M. Émile Picard.

1. Considérons une famille de fonctions $f(x)$, holomorphes dans le domaine connexe D et supposons que, de toute suite infinie de fonctions de cette famille, on puisse extraire une suite nouvelle convergeant uniformément vers une fonction limite finie ou vers l'infini : nous dirons que la famille de ces fonctions est une famille *normale*. Si les fonctions $f(x)$ d'une famille normale sont bornées en module en un point intérieur à D, leur module reste inférieur à un nombre fixe dans tout domaine intérieur à D et les fonctions $f(x)$ sont *également continues*. Lorsqu'une suite infinie de fonctions d'une famille normale converge dans le domaine D, la convergence est nécessairement uniforme; il y a plus : *la convergence en une infinité de points, ayant au moins un point limite intérieur à* D, *suffit à assurer la convergence dans l'intérieur de tout le domaine.*

Supposons que le domaine D soit celui d'un cercle de centre origine et de rayon R et que la définition d'une famille normale de fonctions $f(x)$ soit indépendante de R, de sorte que la famille attachée au cercle de rayon R se déduise de la famille attachée au cercle de rayon 1 par la substitution de Rx à x. Dans ces conditions, si les modules des fonctions $f(x)$ sont bornés à l'origine, ces modules seront inférieurs à un nombre fixe M, indépendant de R, dans tout cercle concentrique à D et de rayon inférieur à R. En particulier, si l'on fixe la valeur a_0 des fonctions $f(x)$ à l'origine, le nombre M correspondant, par exemple, au cercle de rayon $\frac{R}{2}$, ne dépend que de a_0; si l'on fixe en outre la valeur de l'une des dérivées de $f(x)$ à l'origine ou la valeur de $f(x)$ en un point différent de l'origine, on obtient aussitôt une limite supérieure pour le nombre R.

2. *La famille des fonctions $f(x)$ holomorphes dans un domaine* D *où elles ne prennent ni la valeur zéro, ni la valeur un, est une famille normale.* Donc,

si les fonctions $f(x)$ ont des modules bornés en un point intérieur à D, ces modules sont bornés dans tout domaine intérieur à D. Si D est un cercle de centre origine et de rayon R, les fonctions $f(x)$ ont des modules qui, dans le cercle de rayon $\frac{R}{2}$, restent inférieurs à un nombre M ne dépendant que de a_0. Si l'on fixe la valeur de a_0 et la valeur d'une dérivée de $f(x)$ à l'origine ou la valeur de $f(x)$ en un point autre que l'origine, on obtient une limite supérieure pour R. On reconnaît les théorèmes de MM. Landau, Schottky, P. Lévy.

Une suite dénombrable de fonctions $f(x)$ ne peut converger dans un domaine D sans converger uniformément (MM. Severini, Montel); la convergence en une infinité de points ayant au moins un point limite intérieur à D suffit à assurer la convergence dans tout le domaine (MM. Landau et Carathéodory).

3. Considérons maintenant une famille de fonctions $f(x)$ holomorphes dans un domaine connexe D et supposons que le nombre des racines des équations

$$(\alpha) \qquad f(x) = 0, \qquad f(x) = 1,$$

intérieures au domaine, demeure, pour toutes les fonctions $f(x)$, inférieur à un entier fixe p. Dans ces conditions : *de toute suite infinie de fonctions $f(x)$, on peut extraire une suite nouvelle convergeant uniformément dans* D *vers une fonction limite finie ou convergeant uniformément vers l'infini en tous les points intérieurs à* D, *sauf peut-être pour un nombre fini d'entre eux.* Ces points exceptionnels appartiennent à l'ensemble E, commun aux ensembles dérivés des points racines des équations (α). Si les fonctions $f(x)$ sont bornées en un point de D n'appartenant pas à E, elles forment une famille de fonctions également continues. Les remarques du n° 1 s'appliquent à cette famille de fonctions. En particulier, si le domaine D est celui d'un cercle de rayon R, et de centre origine, et si les racines des équations (α) intérieures à D sont extérieures au cercle concentrique de rayon $\varepsilon R \left(\varepsilon < \frac{1}{2}\right)$, il existe un nombre M dépendant de a_0, de p et de ε seulement, tel que toutes les fonctions $f(x)$ aient leurs modules inférieurs à M dans le cercle de rayon $\frac{R}{2}$. On peut alors énoncer des théorèmes semblables aux propositions connues dans le cas de $p = 0$ [1].

---

[1] Le théorème énoncé au début de ce paragraphe peut s'étendre à une famille de fonctions méromorphes dans D et ne prenant pas, plus de p fois, trois valeurs exceptionnelles.

4. Supposons que les fonctions $f(x)$ puissent prendre un nombre quelconque de fois les valeurs *zéro* et *un* dans un domaine D où ces fonctions sont holomorphes : *si l'ensemble* E *n'est pas d'un seul tenant avec la frontière de* D *et si, en un point intérieur à* D *et pouvant être joint à la frontière par un chemin ne contenant aucun point de* E, *les fonctions* $f(x)$ *sont bornées en module, ces fonctions sont également continues*. On peut donner à ce théorème différentes formes en rapport avec la nature particulière de la famille étudiée; supposons, par exemple, que D soit le domaine d'un cercle de centre origine et de rayon R et que les points de E soient à une distance au moins égale à $\varepsilon R\left(\varepsilon<\frac{1}{2}\right)$ de tous les points du segment rectiligne $(0, +R)$; dans le cercle concentrique de rayon $\frac{R}{2}$, les modules des fonctions $f(x)$ sont inférieurs à un nombre fixe, ne dépendant que de a_0 et de ε. Les conséquences de ces propositions sont les mêmes que précédemment.

CINÉMATIQUE. — *Sur les surfaces qui, au cours d'un mouvement donné, sont continuement osculatrices à leur profil conjugué*. Note de M. **G. Kœnigs**.

1. Dans un Mémoire inséré au Tome XXXV du *Recueil des Savants étrangers* et ayant pour titre *Mémoire sur les courbes conjuguées...*, j'ai introduit la considération des normales stationnaires, c'est-à-dire des droites qui, à un instant donné et aussi à l'instant infiniment voisin, sont normales aux trajectoires de leurs points. Ces droites forment une congruence linéaire commune aux deux complexes linéaires infiniment voisins attachés aux deux torsions tangentes successives. Au cours du mouvement, cette congruence linéaire engendre un complexe, et les surfaces qui sont normales en chacun de leurs points à une droite de ce complexe possèdent, ainsi que je l'ai établi dans le Mémoire précité, la propriété d'être osculatrices (tout du long de la courbe de contact) avec leur profil conjugué, c'est-à-dire que ces surfaces ont en chaque point de cette courbe de contact les mêmes éléments de courbure.

2. Or, dans une Communication plus récente faite à l'Académie le 29 mai 1911, j'ai traité et résolu un autre problème qui consiste à construire les éléments de courbure en un point de la surface (F') enveloppée (profil conjugué) par une surface donnée (F), au cours d'un mouvement donné de celle-ci.

La solution que j'ai produite de ce problème devait naturellement

m'amener à aborder d'une façon générale la question inverse de la première et que l'on peut formuler en ces termes : *Quelles sont exactement les surfaces solidaires d'un corps solide qui, au cours d'un mouvement donné de celui-ci, possèdent la propriété d'être à chaque instant osculatrices à leur profil conjugué tout du long de la courbe de contact.*

La réponse est des plus simples, car j'ai pu établir que SEULES *les surfaces signalées dans mon premier Mémoire possèdent cette propriété*, qui devient ainsi *caractéristique des surfaces normales aux normales stationnaires* (¹).

Ces surfaces vérifient une équation du premier ordre qui exprime qu'en chacun de ses points une telle surface est tangente au *cône des vitesses* qui a pour sommet ce point. En ce qui concerne la définition de ce cône, je ne puis que renvoyer à mon Mémoire des *Savants étrangers*, ainsi qu'aux Notes antérieures que l'Académie a bien voulu accueillir aux *Comptes rendus* (t. 144, p. 192 et 371 ; t. 150, p. 22).

Quant à la détermination même de ces surfaces par voie analytique, leur équation aux dérivées partielles du premier ordre se ramène à l'intégration d'une équation ordinaire du second ordre dont l'équation différentielle des lignes géodésiques d'une surface réglée est un cas particulier. La raison en est que, lorsqu'il existe continuement une rotation tangente, auquel cas le mouvement résulte du roulement l'une sur l'autre de deux surfaces réglées applicables (Φ) et (Φ'), les normales stationnaires ne sont autres que les tangentes de la surface (Φ).

MÉCANIQUE. — *Sur un appareil de précision pour l'emploi de l'oxygène gazeux en physiologie et en thérapeutique.* Note de M. **Raoul Bayeux**, présentée par M. L. Cailletet.

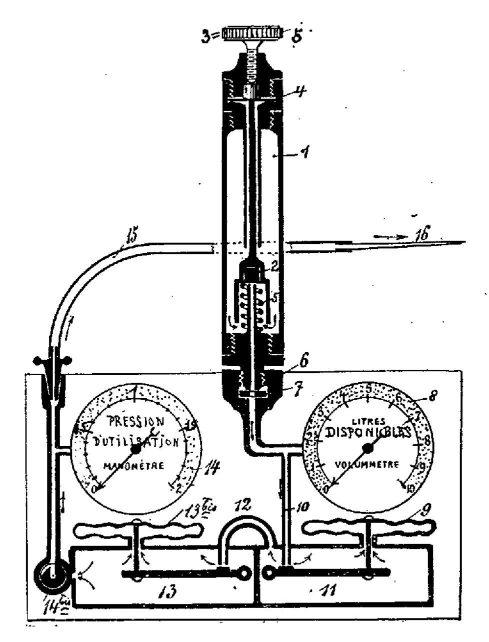
Pour faire usage de l'oxygène gazeux en physiologie ou en thérapeutique, on se sert généralement de ballons en caoutchouc ou des gros récipients du commerce munis de détendeurs industriels. Or tous les savants reconnaissent que ces appareils sont entachés de défauts graves dont le principal est le manque de précision dans le débit ; j'ai éprouvé moi-même leurs imperfections en septembre 1910, à l'observatoire du mont Blanc, pendant ma

(¹) En dehors de ce cas, il peut arriver que deux surfaces conjuguées soient *accidentellement* osculatrices à un instant donné. C'est ce qui se présente déjà pour les profils conjugués plans.

sixième ascension scientifique et, m'étant depuis lors attaché à leur perfectionnement, j'ai fait construire par M. Jules Richard l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Cet appareil, auquel j'ai donné le nom d'*oxygénateur de précision*, se compose essentiellement : 1° d'un polydétendeur ultra-sensible, 2° d'une série de petits tubes contenant l'oxygène comprimé, légers, et aisément transportables, et enfin d'un robinet distributeur de haute précision ; l'ensemble forme un tout maniable, souple et précis.

Polydétendeur. — La plupart des détendeurs actuels manquent de souplesse, font subir aux gaz des à-coups qui auraient de fâcheuses conséquences en physiologie. J'ai



OXYGÉNATEUR DE PRÉCISION (schéma), de RAOUL BAYEUX.

LÉGENDE : 1. Cavité du récipient; 2. Clapet de fermeture; 3. Molette de serrage du clapet; 4. Membrane métallique flexible; 5. Ressort d'ouverture du clapet; 6. Pièce réceptrice du récipient; 7. Joint du récipient sur la pièce réceptrice; 8. Cadran du volumètre; 9. Coquille métallique du premier détendeur; 10. Tube d'arrivée du gaz à détendre; 11. Capacité du premier détendeur; 12. Tube de communication entre le premier détendeur et le second; 13. Capacité du second détendeur; 13 *bis*. Coquille du second détendeur; 14. Manomètre indiquant la pression dans le tube d'utilisation; 14 *bis*. Distributeur de précision; 15. Tube flexible; 16. Aiguille pour injections gazeuses.

remplacé le caoutchouc généralement employé dans les détendeurs par des coquilles métalliques semblables à celles des baromètres anéroïdes, de résistance calculée. La lecture du schéma ci-dessus montre leur fonctionnement : le gaz, arrivant du récipient

par le tube (10), se précipite dans la cavité (11) de premier détendeur et, *en même temps*, dans la cavité (9) de la coquille métallique qui se gonfle. Sa paroi inférieure reste immobile, fixée sur le châssis, mais sa paroi supérieure, libre, s'élève en entraînant dans son ascension une bielle qui actionne un levier portant un clapet de fermeture.

Le courant de gaz se ralentit brusquement et nous avons calculé, M. Jules Richard et moi, les éléments de ces organes pour que l'oxygène entrant à une très haute pression (100^{kg} en moyenne par centimètre carré) sorte de ce premier détendeur avec 1^{kg} seulement. Il pénètre dans le second détendeur, où sa pression s'abaisse enfin à 200^{cm} d'eau par le même mécanisme. Cette pression minime devient aisément maniable.

Ainsi qu'on le voit, ce détendeur peut recevoir le gaz contenu dans des récipients d'un volume quelconque.

Les tubes, récipients de petites dimensions que j'ai fait construire, sont destinés à des expériences de faible débit pour la physiologie et la thérapeutique. Je me suis arrêté à deux dimensions: chaque tube a un diamètre de *deux centimètres;* le plus grand, contenant 6^{l} de gaz, a une longueur de 24^{cm}; le plus petit, contenant 2^{l}, est long de 9^{cm}. Tous deux sont en acier forgé et éprouvés à 250^{kg}; ils répondent respectivement à des applications expérimentales que je publierai ultérieurement.

Chaque tube est fermé à ses deux extrémités par une armature en bronze: l'armature inférieure (*schéma*) peut se visser sur la pièce centrale du détendeur; elle est perforée d'un conduit par où sortira le gaz lorsqu'on a rendu le clapet (2) libre de se soulever au-dessus de la tuyère centrale sous l'effort du ressort (5). Le clapet (2) lui-même est sous la dépendance des pressions exercées par la tige centrale qui descend de l'armature supérieure. Celle-ci renferme une pièce que j'ai imaginée pour remplacer les presse-étoupe habituels, sujets aux fuites. La pièce en question est une membrane métallique souple et plissée, solidement comprimée entre deux douilles filetées et qui transmet à la tige centrale les pressions de la molette (3) tout en assurant *l'étanchéité la plus absolue;* grâce à ce nouveau dispositif, on peut ouvrir et fermer le récipient lentement et en évitant les à-coups.

Robinet distributeur ultra-sensible. — Ce robinet, dont le boisseau porte une rainure circulaire de section croissante, permet de régler le courant de gaz de 0^{l} à 60^{l} à l'heure, et avec une telle précision qu'on peut, par exemple, fixer le débit, d'une façon exacte, à *un centimètre cube par minute près*, résultat dont n'approchent aucun des appareils connus; la graduation est gravée sur le plateau.

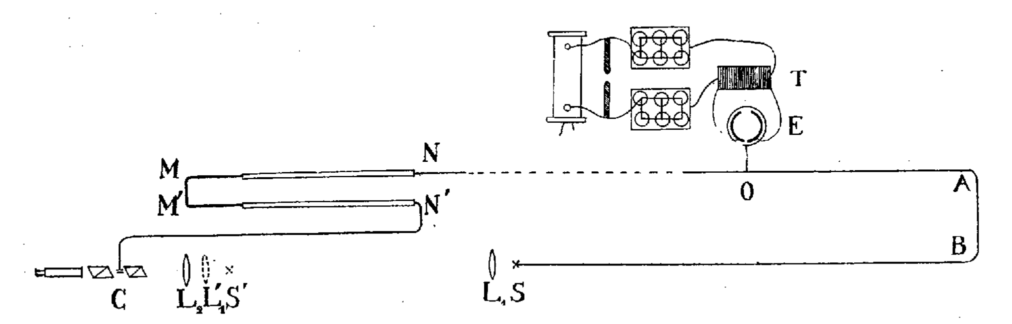
Enfin l'appareil est muni de deux manomètres qui renseignent sur sa marche à tout instant; le premier porte trois notations: 1° la pression en kilogrammes du gaz contenu dans le récipient adapté au détendeur; 2° le nombre de litres contenus à chaque instant dans l'un ou l'autre des petits récipients. Une de ces notations est de couleur rouge; elle se rapporte au tube le plus grand, rouge également. L'autre est bleue, ainsi que le récipient le plus petit. L'expérimentateur connaîtra donc à chaque instant le volume du gaz dont il pourra disposer.

Le second manomètre, très sensible, indique, en centimètres d'eau, la pression dans le tube flexible par lequel s'écoule l'oxygène détendu; il permet de s'assurer *de visu* de la régularité de l'écoulement du gaz.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques le long d'une ligne de fils métalliques.* Note (¹) de M. C. **Gutton**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans une Note (²) précédente, j'ai indiqué comment, en utilisant la biréfringence électrique du sulfure de carbone, j'ai comparé directement les vitesses de propagation de la lumière et des ondes hertziennes le long des fils. La faible distance à laquelle il était nécessaire d'opérer ne permettait pas une très grande précision. Une méthode un peu différente, dans laquelle il est encore fait usage du phénomène de Kerr, m'a permis d'opérer sur un parcours beaucoup plus long et de mettre en évidence l'influence de la résistance d'un fil sur la vitesse des ondes qui se propagent à sa surface.

Des ondes de Hertz sont produites par un excitateur circulaire de Blondlot E, immergé dans l'huile de vaseline. L'étincelle primaire est obtenue à l'aide d'un transformateur de Tesla T, comme je l'ai déjà indiqué (³). Les ondes secondaires envoyées en O s'y partagent entre deux lignes formées chacune par deux fils de cuivre de $0^{mm},98$ de diamètre, tendus parallèlement l'un au-dessus de l'autre à 5^{cm} de distance. Un seul fil de chaque ligne est indiqué sur la figure, qui représente un plan de l'appareil. La



première ligne OABS se termine en S par deux pointes de platine entre lesquelles jaillit, lors de l'arrivée des ondes, une petite étincelle oscillante d'une fraction de millimètre de longueur. Les fils de la seconde ligne ONMM'N'C aboutissent aux armatures d'un petit condensateur C immergé dans du sulfure de carbone. Les armatures,

(¹) Présentée dans la séance du 13 novembre 1911.

(²) C. Gutton, *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 685.

(³) *Loc. cit.*

dont les plans sont verticaux, ont 5^{cm} de longueur, $0^{cm},3$ de hauteur; leur distance est de $0^{cm},16$. Le condensateur est placé entre deux nicols à l'extinction, dont les sections principales sont inclinées à 45° sur les plans des armatures. Deux coulisses MN, M'N', analogues à celles des trombones, permettent de faire varier la longueur de la ligne et par suite de changer l'instant où les ondes qui la parcourent atteignent le condensateur et rendent biréfringent le sulfure de carbone.

L'étincelle S sert de source de lumière. Elle est au foyer d'une lentille L_1 de 20^{cm} de distance focale; le faisceau de lumière parallèle, qui en sort, est reçu sur une seconde lentille L_1 de 20^{cm} de distance focale, qui donne une image de l'étincelle entre les armatures du condensateur C. Cette image est observée dans une lunette.

Si la lumière de l'étincelle S atteint le condensateur durant l'intervalle de temps pendant lequel les ondes rendent le sulfure de carbone biréfringent, on voit l'image de l'étincelle dans la lunette. Il en est ainsi lorsque la longueur de la ligne ONMM'N'C est voisine de la somme des longueurs de la ligne OABS et du trajet effectué par la lumière entre l'éticelle S et le condensateur C. Cette longueur totale était égale à 44^m. L'expérience montre, d'autre part, que, si l'on tire ou si l'on enfonce d'une façon continue la coulisse, l'éclat de l'image de l'étincelle passe par une série de maxima et de minima; la longueur de la coulisse qui correspond à ces derniers se détermine à 1^{cm} près environ. Les variations d'intensité lumineuse s'expliquent par le fait que la lumière de l'étincelle et la charge du condensateur étant rapidement variables, il y a des longueurs de la ligne ONMM'N'C' pour lesquelles les instants d'arrivée au condensateur des maxima d'intensité lumineuse coïncident avec les instants de maxima de charge, tandis que pour d'autres, au contraire, les maxima de lumière et les minima de charge se produisent en même temps.

Voici maintenant comment cet appareil et les phénomènes que je viens de décrire m'ont servi à comparer à la vitesse de la lumière, la vitesse de propagation des oscillations électriques. Les positions qu'il faut donner à la coulisse pour observer dans la lunette les divers minima d'intensité lumineuse, ayant été déterminées, on diminue la distance de l'étincelle S au condensateur C de 36^m; à cet effet, on transporte le micromètre à étincelles S et la lentille L_1 en S' et L', et l'on ajoute 36^m de fil à la ligne OAB. On a ainsi remplacé la plus grande partie du trajet parcouru par la lumière par un trajet égal des ondes électriques; on a soin de ne modifier en rien le reste de l'appareil et en particulier les longueurs de l'étincelle S et de l'étincelle oscillante de l'excitateur E. Si les vitesses de propagation de la lumière et

des ondes le long de la ligne étaient rigoureusement égales, rien ne serait changé dans l'aspect des phénomènes observés; or, on constate que pour retrouver chacun des minima de lumière, il faut diminuer un peu la longueur de la coulisse. Ce fait indique l'existence d'une petite différence entre les vitesses de propagation. En appelant l la longueur en centimètres dont il faut diminuer chacune des branches de la coulisse, la différence relative des vitesses de la lumière V et des ondes électriques V' est

$$\frac{V - V'}{V} = \frac{2l}{3600}.$$

J'ai fait des expériences pour les ondes de deux oscillateurs, l'un de 25^{cm} de diamètre, l'autre de 8^{cm}. J'ai employé pour former les lignes des fils de cuivre de différents diamètres et des fils de métaux de plus grande résistivité. J'ai obtenu dans diverses séries d'expériences les valeurs suivantes du rapport $\frac{V - V'}{V}$:

	Excitateur de 25^{cm}.				Excitateur de 8^{cm}.		
Fil de cuivre 0^{mm},98......	$\frac{1}{254}$	$\frac{1}{230}$	$\frac{1}{243}$	$\frac{1}{253}$	$\frac{1}{272}$	$\frac{1}{281}$	$\frac{1}{273}$
	$\frac{1}{225}$	$\frac{1}{245}$	$\frac{1}{210}$	$\frac{1}{248}$			
Fil de cuivre 0^{mm},50......	$\frac{1}{155}$	$\frac{1}{150}$			$\frac{1}{208}$	$\frac{1}{248}$	
Fil de cuivre 1^{mm},50......	$\frac{1}{375}$	$\frac{1}{418}$			$\frac{1}{480}$	$\frac{1}{386}$	
Fil de laiton 0^{mm},99......	$\frac{1}{185}$	$\frac{1}{173}$			$\frac{1}{206}$	$\frac{1}{220}$	
Fil de zinc 0^{mm},96........	$\frac{1}{200}$						
Fil de cuivre étamé 1^{mm}...	$\frac{1}{174}$	$\frac{1}{181}$			$\frac{1}{260}$	$\frac{1}{216}$	

La comparaison des expériences sur le cuivre, le zinc, le cuivre étamé montre qu'on doit attribuer l'écart des vitesses à la résistivité du fil ou tout au moins du métal qui forme la couche voisine de la surface du fil. Enfin, pour un fil donné, la vitesse de propagation des ondes électriques est d'autant plus faible que la période d'oscillation est plus grande.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'eau oxygénée sur les composés oxygénés de l'iode.* Note de M. V. AUGER, présentée par M. A. Haller.

L'action de l'eau oxygénée sur les acides iodique et periodique, et sur leurs sels, a été étudiée presque simultanément par Péchard [1] et Tanatar [2]; les résultats obtenus par ces deux savants étant assez discordants sur certains points, j'ai cru utile de reprendre la question pour fixer les conditions dans lesquelles se produisent les phénomènes observés. Voici d'abord quelles sont les réactions indiquées par ces auteurs :

Acide iodique : décompose l'eau oxygénée sans subir lui-même d'altération, probablement par suite de la formation temporaire d'acide periodique instable (T.). *Iodates :* décomposent violemment l'eau oxygénée à 3 pour 100 (T.). *Acide periodique :* se transforme en acide iodique d'après la réaction : $IO^4H + H^2O^2 = O^2 + IO^3H + H^2O$ (T.); décomposé totalement en iode et oxygène suivant la réaction

$$2IO^4H + 7H^2O^2 = 7O^2 + 8H^2O + I^2 \text{ (P.)}.$$

Periodates : les sels alcalins neutres IO^4M sont réduits en iodates suivant

$$IO^4M + H^2O^2 = H^2O + IO^3M + O^2 \text{ (T. P.)}.$$

Les sels basiques, tels que le sel $IO^6Na^2H^3$, décomposent H^2O^2 comme le ferait la soude (P.); se tranforment en iodate avec dégagement d'oxygène (T.).

Voici les résultats des essais que j'ai effectués en faisant varier les conditions d'expérience :

Periodates alcalins neutres. — Résultats identiques aux précédents.

Periodate basique de sodium. — Ce sel, à peine soluble dans l'eau, est décomposé très lentement par H^2O^2 et se transforme en iodate ; la quantité d'oxygène dégagée est hors de proportion avec celle qui serait fournie par la réaction normale, par suite de la formation de soude qui agit comme catalyseur de H^2O^2; ainsi $0^g,923$ du sel a demandé 2 jours pour se réduire complètement en présence de 20^{cm^3} de H^2O^2 à 3 pour 100, et il s'est dégagé 95^{cm^3} d'oxygène, au lieu de la quantité calculée 64^{cm^3}. Le periodate dipotassique est bien plus rapidement réduit, mais toujours avec une notable catalyse de H^2O^2 par KOH.

---

[1] PÉCHARD, *Comptes rendus*, t. 128, 1899, p. 1201.
[2] TANATAR, *Berichte*, t. 32, 1899, p. 1013.

Acide periodique. — Ici les conditions de l'expérience influent beaucoup sur le résultat : une solution de IO^4H à 2^g au litre, additionnée d'H^2O^2 à 3 pour 100, est réduite instantanément en laissant dégager la quantité d'oxygène correspondant à O^2 pour IO^4H; la liqueur se colore très légèrement en brun par une trace d'iode libéré ; après enlèvement de l'iode, on l'a additionnée de $AgNO^3$ et pesé l'iodate d'argent précipité. Avec $0^g,096$ d'IO^4H il s'est dégagé 6^{cm^3} d'O, calculé $5^{cm^3},6$; iode libre $0^g,0005$ environ ; IO^3Ag $0^g,1405$, calculé $0^g,1415$. Si l'on opère par contre en solution concentrée, et avec un fort excès d'eau oxygénée, il se précipite de l'iode en quantité notable : $0^g,409$ IO^4K dissous en 6^{cm^3} H^2SO^4 (N) et additionnés d'un excès d'eau oxygénée à 30 pour 100 a fourni $0^g,0635$ d'iode, correspondant à 27 pour 100 environ d'acide décomposé. La réaction n'est jamais totale et si on laisse la solution en présence de l'iode formé et de l'eau oxygénée en excès, l'iode disparaît en quelques minutes, oxydé de nouveau en IO^3H.

Iodates. — Une solution d'iodate de sodium saturée (50^{cm^3}), additionnée de H^2O^2 à 3 pour 100, ne produit tout d'abord aucune réaction ; après une demi-heure environ, la liqueur jaunit faiblement et pendant la première heure il ne se dégage que $0^{cm^3},5$ d'oxygène ; peu à peu la réaction s'accélère et, au bout de 10 heures, la liqueur, additionnée à nouveau de H^2O^2 pour la ramener au titre de 3 pour 100, laisse dégager 5^{cm^3} d'oxygène à la minute. Il s'est formé lentement, par réduction de l'iodate, de l'iodure de sodium qui provoque cette catalyse ; la preuve en a été faite en ajoutant à la liqueur de l'acide iodique pour oxyder INa ; il se dépose de l'iode et la décomposition de H^2O^2 est aussitôt enrayée.

Acide iodique. — A l'occasion de mes recherches sur l'oxydation de l'iode par H^2O^2 en présence d'une trace de HCl ([1]), j'avais déjà observé que les liqueurs qui contenaient de l'acide iodique permettaient une oxydation plus rapide de l'iode ; suivant les conditions dans lesquelles on opère, nous verrons que tantôt IO^3H est détruit par H^2O^2, et que tantôt, en présence d'iode, il aide H^2O^2 à oxyder celui-ci pour former une nouvelle quantité de IO^3H. Tout d'abord, à l'ébullition et quelle que soit la teneur de la solution en IO^3H, en présence d'un excès de H^2O^2, tout l'acide iodique est détruit en donnant de l'iode qui est éliminé, au fur et à mesure de sa formation, par la vapeur d'eau. A froid, les solutions de H^2O^2, quel que soit leur titre, de

([1]) AUGER, *Comptes rendus*, t. 152, p. 712.

30 à 0,30 pour 100, décomposent lentement l'acide iodique lorsque la concentration de celui-ci est inférieure à 0,6 pour 100 de la liqueur; l'iode se dépose et, au bout d'un temps plus ou moins long, IO^3H disparaît: une solution de $1^g,25$ de IO^3H en 1000^{cm^3} d'eau additionnée de 15^{cm^3} de perhydrol ne contenait plus après 10 jours que $0^g,116$ de IO^3H; après 25 jours il n'y en avait plus que $0^g,009$. Si la teneur de la solution en IO^3H est supérieure à 0,8 pour 100, l'eau oxygénée se décompose plus ou moins rapidement suivant sa concentration et la liqueur reste incolore; l'explication de cette catalyse est la suivante: l'acide iodique est d'abord décomposé lentement suivant $2IO^3H + 5H^2O^2 = 2I + 5O^2 + 6H^2O$ et en même temps l'iode formé est oxydé par une réaction inverse beaucoup plus rapide:

$$2I + 5H^2O^2 = 2IO^3H + 4H^2O.$$

En effet, il suffit d'ajouter à la solution précédente de l'iode précipité et l'on constate que celui-ci est rapidement oxydé: 20^g d'iode précipité sont mis en suspension dans 100^{cm^3} d'eau contenant 1^g de IO^3H; on ajoute peu à peu, en agitant bien, 1500^{cm^3} d'une solution de H^2O^2 à $1^{vol},6$ (0,48 pour 100) et l'on obtient ainsi $13^g,31$ de IO^3H; l'opération a duré 1 heure et il ne s'est dégagé que 250^{cm^3} d'oxygène sur 2400^{cm^3} que contenait la solution; il y a donc eu environ 90 pour 100 de l'oxygène actif utilisé. En opérant avec une eau oxygénée plus diluée et avec de l'iode dissous, il ne se dégage plus d'oxygène et l'utilisation est totale, la réaction inverse étant beaucoup moins rapide.

Toutes ces réactions ont été effectuées avec des acides et des sels chimiquement purs et du perhydrol de Merck.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage de l'urée.*

Note de MM. **Desgrez** et **Feuillié**, présentée par M. Armand Gautier.

Le dosage exact de l'urée préoccupe à bon droit les physiologistes et les médecins. Cette opération est rendue très délicate par la coexistence dans les liquides de l'organisme d'autres substances azotées presque aussi fragiles que l'urée, c'est-à-dire se décomposant facilement avec dégagement d'azote ou d'ammoniaque. On connaît d'ailleurs, pour effectuer ce dosage, assez de réactions et d'appareils pour qu'il soit plus utile d'en faire une étude comparative que de chercher à en accroître le nombre. Les méthodes de Folin, de Mörner et Sjœqvist sont actuellement considérées comme les

plus exactes. Elles présentent cependant l'inconvénient d'exiger des manipulations délicates et un temps variant entre 2 et 3 jours. La méthode basée sur la décomposition de l'urée par l'hypobromite de soude, en présence du glucose, après défécation par l'acide phosphotungstique des substances azotées autres que l'urée, laisse passer quelques-unes de ces substances et demande encore 24 heures pour une précipitation complète.

Ces longueurs constituent un obstacle sérieux pour les observations biologiques qui nécessitent un grand nombre de dosages. Cette considération nous a amenés à reprendre l'étude des méthodes basées sur la décomposition de l'urée par le réactif de Millon :

$$CH^4N^2O + NO^3H + NO^2H = N^2 + CO^2 + NO^3NH^4 + H^2O.$$

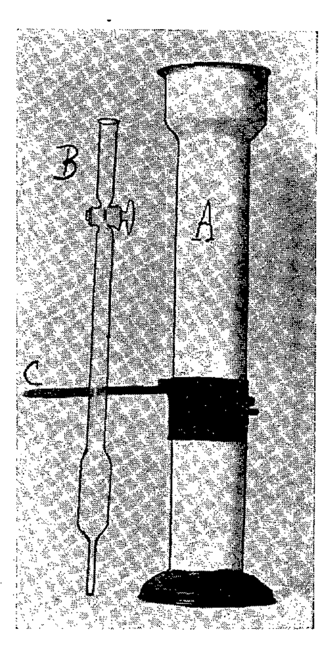
Cette réaction a été appliqué en France par Charles Bouchard, par Gréhant et par Boymond. Le mode opératoire fixé par M. Bouchard est le plus simple. Il consiste à verser dans un tube fermé à l'une de ses extrémités d'abord le réactif de Millon, puis une couche de chloroforme remplissant la presque totalité du tube. On ajoute alors 2^{cm^3} d'urine et l'on achève de remplir avec de l'eau. Le pouce étant appliqué sur l'orifice, on renverse le tube dont on plonge l'extrémité ouverte dans un vase rempli d'eau. L'urine diluée vient se mêler au réactif qui décompose l'urée. L'acide carbonique étant absorbé par agitation avec un alcali, le volume d'azote restant permet de connaître le poids d'urée décomposée.

La décomposition de l'urée exige dans ces conditions un temps assez long pour être totale et, d'autre part, le dispositif employé ne permet pas un lavage commode des gaz dégagés. C'est à ces deux inconvénients que remédie le mode opératoire que nous proposons.

L'opération est effectuée dans une cuve cylindrique A remplie soit de chloroforme, soit de tétrachlorure de carbone. On fait plonger dans ce liquide l'uréomètre B : la partie inférieure de cet appareil étant remplie de chloroforme, nous y faisons successivement passer 1^{cm^3} d'urine, 5^{cm^3} environ d'eau de lavage, puis 8^{cm^3} à 10^{cm^3} de réactif de Millon. A l'aide d'un bec de Bunsen placé sous l'ajutage C, nous chauffons le chloroforme jusqu'à 30°-35°, sans dépasser cette dernière température. Si l'on agite alors le tube de temps en temps, sans le sortir du liquide, on obtient la décomposition complète de l'urée. La réaction exige de 20 à 25 minutes. Lorsque le volume gazeux n'augmente plus, on porte l'uréomètre dans une éprouvette remplie d'eau où l'on effectue commodément le déplacement des liquides étrangers, réactif et chloroforme, ainsi que le lavage du gaz. On enlève d'ailleurs ainsi presque tout l'acide carbonique. On porte alors l'uréomètre dans une seconde éprouvette pleine d'eau où l'on absorbe, à l'aide de lessive de soude, les dernières traces d'acide carbonique. On effectue un dernier lavage par un courant d'eau. Il est nécessaire de terminer l'opération, dans cette seconde éprouvette, pour éviter l'action de la soude sur le réactif,

ce qui donnerait un précipité d'oxyde jaune de mercure. Du volume de l'azote on déduit son poids, par le calcul ordinaire, et, par suite, celui de l'urée.

Un certain nombre d'observateurs ayant objecté à cette méthode que le réactif de Millon décompose d'autres substances azotées que l'urée, nous avons repris une étude complète de la réaction vis-à-vis des éléments de l'urine : sels ammoniacaux (carbonate, sulfate, chlorhydrate et phosphate),



acide urique et acides aminés, créatine, créatinine, hypoxanthine et xanthine, tyrosine, leucine, guanine, allantoïne. Seule, de toutes ces substances, l'allantoïne commence à se décomposer à la température de l'opération. Mais si l'on considère que l'urine humaine ne renferme, d'après Wiechowski, qu'environ 0g,014 d'allantoïne par 24 heures, et que cette substance a une constitution chimique très voisine de celle de l'urée dont elle donne deux molécules par une hydratation simple, on voit que la méthode peut être appliquée avec succès à l'urine de l'homme sinon à celle des herbivores. Enfin, critérium important, M. H. Labbé ayant bien voulu mettre à notre disposition les matières extractives non dialysables qu'il avait retirées de plusieurs litres d'urine, ces substances n'ont donné lieu, dans les conditions indiquées plus haut, à aucun dégagement d'azote. Nous pensons que les indications contradictoires fournies par les divers auteurs sur l'action du réactif de Millon, vis-à-vis des constituants

azotés de l'urine, tiennent à ce que ce réactif aura été essayé à des températures différentes.

Nous concluons que la méthode si simple, publiée autrefois par M. Bouchard et modifiée comme nous venons de l'indiquer, peut être appliquée à des dosages rapides et exacts de l'urée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de la cyclopentanone.* Note de MM. **Marcel Godchot** et **Félix Taboury**, présentée par M. Émile Jungfleisch.

Dans une précédente Communication ([1]), nous avons fait connaître les résultats obtenus dans l'hydrogénation de la cyclopentanone par la méthode de MM. Sabatier et Senderens. Dans cette réduction, nous avons isolé du cyclopentanol, C^5H^9OH, et une nouvelle cétone, $C^{10}H^{16}O$, à laquelle nous avons attribué provisoirement la formule de constitution d'une α-cyclopentylcyclopentanone :

```
       CH²            CH²
H²C ⁄   ╲ CO   H²C ⁄   ╲ CH²
   |     |        |     |
H²C └───┘ CH — HC └───┘ CH²
```

Cette Note a pour but de montrer que cette formule est bien celle qui convient pour représenter ce nouveau composé, isomère du camphre.

Wallach ([2]) a montré que, sous l'influence de l'éthylate de sodium, deux molécules de cyclopentanone se condensaient avec élimination d'une molécule d'eau pour donner naissance à une cétone non saturée, ayant la constitution suivante :

```
       CH²            CH²
H²C ⁄   ╲ CO   H²C ⁄   ╲ CH²
   |     |        |     |
H²C └───┘ C  =   C └───┘ CH²
```

Nous avons préparé à nouveau ce composé ; nous l'avons ensuite réduit, au moyen de l'alcool absolu et du sodium, selon le mode opératoire habituel. Le nouvel alcool, ainsi obtenu, est de l'α-cyclopentylcyclo-

(1) *Comptes rendus*, t. 152, p. 681.

(2) *Berichte der deut. chem. Gesell.*, t. XXIX, p. 2965.

pentanol :

$$\begin{array}{ccc} & CH^2 & \\ H^2C & & CHOH \\ H^2C & \text{—} & CH \end{array} \quad - \quad \begin{array}{ccc} & CH^2 & \\ H^2C & & CH^2 \\ HC & \text{—} & CH^2 \end{array}$$

Or la réduction de notre cétone, $C^{10}H^{16}O$, effectuée par les mêmes agents d'hydrogénation (C^2H^5OH et Na), nous a fourni un alcool, $C^{10}H^{18}O$, identique, en tous points, à celui isolé par nous en partant de la cétone de Wallach. En effet, ces deux alcools ont le même point d'ébullition, le même point de fusion et donnent la même phényluréthane. Il s'ensuit donc que la formule

$$\begin{array}{ccc} & CH^2 & \\ H^2C & & CO \\ H^2C & \text{—} & CH \end{array} \quad - \quad \begin{array}{ccc} & CH^2 & \\ H^2C & & CH^2 \\ HC & \text{—} & CH^2 \end{array}$$

proposée par nous pour représenter la cétone, obtenue dans l'hydrogénation de la cyclopentanone par la méthode de MM. Sabatier et Senderens, est bien celle qui convient : nous avons bien isolé l'α-cyclopentylcyclopentanone.

α-cyclopentylcyclopentanol. — Préparé par l'un ou l'autre des deux procédés indiqués plus haut, cet alcool possède les propriétés suivantes : il bout à 125°-126° sous une pression de 15^{mm}; refroidi par le chlorure de méthyle, il cristallise et se présente sous la forme de petites aiguilles, fusibles à +20°. Sa solubilité dans les dissolvants organiques usuels est très grande. Traité par de l'isocyanate de phényle, il donne une phényluréthane cristallisée, $C^6H^5.NH.CO^2.C^{10}H^{17}$, constituant de belles aiguilles fusibles à 88°-89°, très solubles dans l'alcool.

L'oxydation de l'α-cyclopentylcyclopentanone, soit par l'acide azotique à chaud, soit par une solution étendue de permanganate de potassium à froid, nous a donné un acide cristallisé, présentant tous les caractères de l'acide glutarique, et un acide huileux, difficile à purifier, mais dont nous avons pu néanmoins isoler le sel de cuivre à l'état de pureté. L'analyse de ce sel nous a montré que cet acide était de l'acide α-cyclopentylglutarique : $CO^2H.\underset{\displaystyle C^5H^9}{\underset{|}{CH}}.CH^2.CH^2.CO^2H$.

Nous publierons ailleurs les détails de ces recherches.

CRYPTOGAMIE. — *Sur la formation du périthèce dans le* Chætomium kunzeanum *Zopf. var.* chlorinum *Mich.* Note [1] de M. **J. Vallory**, présentée par M. Guignard.

On sait que diverses opinions ont été soutenues relativement à la sexualité des Ascomycètes, un seul fait étant admis par tous : à savoir qu'une fusion nucléaire (fusion dangeardienne) se produit lors de la formation de l'asque.

Pour Harper (1895-1905), dans le *Sphærotheca Castagnei*, le *Phyllactinia corylea* et le *Pyronema confluens*, il se produit, antérieurement à la fusion dangeardienne, une première fusion (fusion harpérienne) entre le (ou les) noyau mâle d'une anthéridie et le (ou les) noyau femelle d'un ascogone.

Pour Blackman et ses disciples (1906-1909), la fusion harpérienne n'existe pas dans les espèces suivantes : *Humaria granulata*, *Lachnea stercorea*, *Ascobolus furfuraceus*, *Ascophanus carneus* et *Aspergillus repens;* mais elle y est remplacée par une fusion des noyaux de l'ascogone deux à deux.

Claussen (1907) déclare que, dans le *Pyronema confluens*, la fusion harpérienne et la fusion dangeardienne sont les termes extrêmes d'un même phénomène de fécondation : chaque noyau mâle ne fait d'abord que s'accoler à un noyau femelle en formant un synkaryon qui se divise plusieurs fois ; puis, un synkaryon situé à l'extrémité d'une hyphe ascogène fusionne ses deux moitiés.

Enfin, à la suite de recherches étendues (1894-1906) qui ont porté, en particulier, sur une bonne partie des types étudiés par les autres chercheurs (*Sphærotheca*, *Pyronema*, etc.), Dangeard soutient qu'il ne se fait, au cours du développement d'un Ascomycète, qu'une seule fusion nucléaire, celle de l'asque, opinion vérifiée récemment, en ce qui concerne le *Sphærotheca*, par Winge (1911).

J'ai cherché à apporter ma contribution à cette question si controversée. De mes observations sur le *Chætomium kunzeanum* Zopf. var. *chlorinum* Mich., je crois pouvoir conclure que, chez cet Ascomycète, *le mode sexuel est conforme aux vues de Dangeard.*

---

(1) Présentée dans la séance du 13 novembre 1911.

Observations morphologiques. — Le développement des périthèces se fait, en gros, de la manière déjà indiquée par Oltmanns ([1]) et Dangeard ([2]).

Un périthèce débute par un ascogone *non accompagné d'une anthéridie*. Cet ascogone s'enroule sur lui-même en peloton serré et se divise en articles qui finissent par former une masse de faux-tissu. Des filaments recouvrants, variqueux et ramifiés, entourent cette masse d'une enveloppe qui se perce au sommet. Du faux-tissu naissent les hyphes ascogènes qui produisent des asques à huit spores.

Observations cytologiques. — Le filament mycélien produit par une spore en germination se ramifie rapidement et se divise en articles plurinucléés. Les noyaux sont très petits et montrent seulement un nucléole entouré d'une zone claire sans membrane limitante visible et où il est impossible de déceler la chromatine.

Ces noyaux sont très fréquemment accolés deux à deux (j'en ai eu, dans le champ du microscope, plus d'une centaine à la fois, dont la moitié environ étaient doubles). Je ne puis mieux décrire les apparences ainsi produites qu'en disant qu'elles sont tout à fait identiques à celles que Blackman et ses disciples ont observées dans les ascogones de divers Ascomycètes (*Humaria*, *Lachnea*, etc.) et qu'ils ont considérées comme représentant des stades plus ou moins avancés de fusions s'accomplissant entre les noyaux d'un ascogone pris deux à deux.

Ici, il ne saurait être question de fusions nucléaires, et la seule interprétation plausible est que ces paires de noyaux sont les divers stades *d'amitoses* où les noyaux-filles sont plus ou moins séparés; c'est ce que montrent : 1° leur situation dans du mycélium végétatif jeune en voie de croissance active où les noyaux se multiplient abondamment; 2° le fait que je n'ai jamais observé aucun autre phénomène nucléaire pouvant expliquer cette multiplication; 3° le moindre nombre et même l'absence complète de paires de noyaux dans les parties âgées du mycélium; 4° leur réapparition, au contraire, dans les filaments recouvrants à croissance rapide qui naissent sur ce mycélium âgé; 5° enfin, leur existence constatée jusque dans la paroi de périthèces déjà notablement developpés.

De semblables paires de noyaux accolés se montrent également *dans les jeunes ascogones*, et ici elles sont identiques, non plus seulement par leur aspect, mais aussi par leur situation, à celles des ascogones des *Humaria*, *Lachnea*, etc.; on les trouve aussi *dans les diverses cellules du faux-tissu produit par la division de l'ascogone*. Si la théorie de Blackman n'avait pas été émise, il paraîtrait, je crois, hors de doute, vu l'absence constatée d'anthéridies et de fusions harpériennes, que les noyaux accolés de l'ascogone du *Chætomium* sont, comme ceux du mycélium végétatif, le résultat de simples amytoses. Or, la théorie de Blackman ne saurait convenir au *Chætomium* qu'à la condition d'y introduire des complications dont la nécessité ne m'apparaît pas. Il faudrait notamment, pour expliquer la multiplication abondante des noyaux de l'ascogone lors de sa division en articles, admettre que, dans cet

---

([1]) Oltmanns, *Ueber die Entw. d. Perith. in der Gattung Chætomium* (*Bot. Zeit.*, 1885).

([2]) Dangeard, *Recherches sur le développement du périthèce chez les Ascomycètes* (*Le Bot.*, 10e série).

ascogone, les apparences identiques aux incontestables amitoses végétatives ne sont cependant pas des amitoses, que les seuls phénomènes y observés qui puissent être des divisions nucléaires ne sont cependant pas des divisions nucléaires, et qu'au contraire ces divisions y ont lieu suivant un processus jamais observé, quoique fréquent. Ces hypothèses me semblent peu probables. Aussi, je considère comme démontré qu'il n'y a pas de phénomène sexuel au début de la formation du périthèce du *Chætomium*. Les difficultés de l'observation ne m'ont pas encore permis d'établir le sort ultérieur des noyaux dans les hyphes ascogènes et dans les asques.

Considérations générales. — Les observations et la critique qui précèdent me paraissent de nature à jeter un doute sur la réalité des fusions nucléaires ascogoniales dans les types mêmes qui ont servi à établir ou à étayer l'opinion de Blackman (*Humaria, Lachnea*, etc.); ces fusions ne sont probablement que des amitoses.

D'autre part, j'imagine qu'à la suite des travaux de Blackman et de Claussen, un nouvel auteur ait déclaré : dans l'*Humaria granulata*, les fusions nucléaires sont incomplètes et donnent des synkaryons de Claussen. Cette opinion n'eût sans doute pas paru absurde. On peut donc penser maintenant que, dans l'ascogone des Ascomycètes, des synkaryons peuvent naître à la suite d'amitoses incomplètes, sans fécondation harpérienne préalable. Or, dans le cas du *Monascus purpureus* étudié par Schikorra (1910) — qui décrit, chez cet Ascomycète, contrairement à la description de Dangeard, un mode sexuel conforme à celui du *Pyronema confluens* de Claussen — la présence de synkaryons (ou plutôt de paires de noyaux considérées comme des synkaryons) est l'un des deux arguments qui, en l'absence d'une constatation de l'entrée de noyaux mâles dans l'ascogone, ont conduit l'auteur à repousser l'interprétation de son devancier. Dès lors, cet argument perd une bonne partie de sa valeur.

BOTANIQUE. — *Mode d'action des lumières colorées sur les Chlamydomonas.* Note (1) de M. P. **Desroche**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente (2), j'ai montré comment agissent sur le mouvement des zoospores de Chlamydomonas, les quatre groupes de radiations

(1) Présentée dans la séance du 13 novembre 1911.

(2) *Action des diverses radiations lumineuses sur le mouvement des zoospores de Chlamydomonas* (*Comptes rendus*, t. 153, p. 829).

A, *b*, *b'* et B, absorbées par leur chlorophylle. Je résumais les résultats de mes recherches de la façon suivante :

1. Le groupe des radiations A (rouges) paraît exciter le mouvement.
2. Les trois autres groupes *b*, *b'* et B tendent à l'empêcher, le groupe B (radiations bleues et violettes) se montrant d'ailleurs dans cette action inhibitrice beaucoup plus énergique que les deux premiers.

L'action excitatrice des radiations A n'est pas douteuse : le mouvement des zoospores est toujours moins intense dans des gouttes de liquide nutritif maintenues à l'obscurité que dans des gouttes éclairées par ces radiations. Ce fait est d'ailleurs mis en évidence par les diagrammes que j'ai publiés, en particulier par le diagramme V, où les deux extrémités de la courbe, correspondant à des gouttes placées à l'obscurité, forment des plateaux horizontaux, que dépasse notablement l'arc de courbe correspondant aux radiations A.

Pour les trois autres groupes de radiations, en particulier pour le plus important B, on peut donner de leur action inhibitrice une interprétation qui ramène cette action à un simple phénomène de phototropisme. J'ai déjà signalé que les zoospores de Chlamydomonas ne sont pas attirées par la lumière rouge [1], elles le sont faiblement par les lumières orangée et jaune, fortement par les lumières bleue et violette. Lorsqu'un zoosporange, éclairé par des radiations bleues, met ses zoospores en liberté, celles-ci se dirigent vers la source lumineuse. Par suite de la petitesse de l'espace dont elles disposent dans mes expériences, elles viennent buter presque immédiatement contre une paroi de verre et s'y arrêtent : d'où l'apparente action inhibitrice des radiations bleues. Pour les radiations rouges rien de pareil ne se produit, et les zoospores restent en mouvement. Pour les radiations de réfrangibilité moyenne, on observe un phénomène intermédiaire, les zoospores étant attirées mais moins énergiquement que par les radiations bleues.

J'ai fait un certain nombre d'observations ou d'expériences qui peuvent s'interpréter de cette façon :

1. Une zoospore en mouvement à l'obscurité se fixe presque instantanément lorsqu'on vient à l'éclairer par de la lumière bleue suffisamment intense. Or la fixation a toujours lieu sur la paroi qui se trouve la plus rapprochée de la source éclairante ; la

(1) *Sur le phototropisme des zoospores de Chlamydomonas* (*Comptes rendus*, t. 152, p. 890).

zoospore est, d'autre part, fixée sur cette paroi par sa partie antérieure et son grand axe est dirigé suivant le rayon lumineux.

2. Une zoospore éclairée par de la lumière jaune se comporte de la même façon; mais sa fixation est rarement définitive : elle ne le devient qu'après plusieurs arrêts de courte durée.

3. Une zoospore fixée par l'action de la lumière bleue se remet en mouvement lorsqu'on la soustrait à celle-ci, à condition toutefois que l'action n'ait pas été trop longtemps prolongée. L'expérience suivante est très démonstrative à cet égard et met en même temps en évidence l'action excitatrice des radiations rouges. Je forme un microspectre dans une goutte de liquide contenant des zoospores en mouvement. Celles-ci affluent dans la région bleue du microspectre : au bout d'une heure cette région est couverte d'une couche de zoospores pressées les unes contre les autres, au point de former une sorte de dallage extrêmement serré dans le bleu, de moins en moins compact à mesure qu'on s'avance plus loin dans le violet. Je déplace alors la goutte de façon à amener ce dallage dans les régions rouge, orangée et jaune du microspectre; je vois les zoospores maintenant soumises aux radiations rouges se remettre en mouvement. Au bout d'une heure environ, un nouveau dallage s'est reconstitué dans la région bleue, et l'ancien dallage, d'ailleurs moins compact dans son ensemble, apparaît comme coupé en deux par une bande complètement débarrassée d'algues immobiles. En interposant une cuve à chlorophylle sur le trajet de la lumière, je constate que cette bande coïncide précisément avec la bande d'absorption A. En prolongeant l'expérience, je vois l'ancien dallage disparaître complètement; c'est dans la région jaune qu'il persiste le plus longtemps.

Tous ces faits sont d'accord avec l'interprétation que j'ai donnée tout à l'heure, et il n'est pas douteux que le phototropisme soit un facteur important de la fixation par les radiations bleues. Mais il y a lieu de se demander si ces radiations n'ont pas une action paralysante propre. L'expérience suivante répond à cette question.

Je place des zoospores en mouvement dans une goutte de liquide maintenue par capillarité entre deux couvre-objets écartés l'un de l'autre de 250^{μ} environ, et je fais tourner l'ensemble autour d'un diamètre de la goutte. Je projette d'autre part sur elle, perpendiculairement à l'axe de rotation, un faisceau de lumière bleue obtenue en filtrant la lumière d'un arc électrique au travers d'une solution cupro-ammoniacale. La vitesse propre de déplacement des zoospores est d'environ 100^{μ} à la seconde, et la vitesse de rotation de la goutte est réglée à un tour par seconde; il est facile de se rendre compte qu'une zoospore primitivement placée sur l'axe de rotation et se dirigeant constamment vers la source lumineuse décrira alors à l'intérieur de la goutte une spirale tout entière contenue à l'intérieur d'une circonférence de 30^{μ} de diamètre; l'espace dont elle dispose

étant de 250$^{\mu}$ dans sa plus petite dimension, la zoospore ne rencontrera jamais de paroi à laquelle elle puisse se fixer. Dans ces conditions, si le phototropisme était le seul facteur qui intervienne pour fixer la zoospore, elle devrait rester en mouvement quelle que soit la durée de l'exposition aux rayons bleus. Or je constate qu'au bout d'un certain temps toutes les zoospores sont arrêtées, alors que des zoospores témoins placées à l'obscurité sont toujours en mouvement.

Ces expériences me permettent de conclure que les radiations bleues ont sur les zoospores de Chlamydomonas une action paralysante réelle, de même que les radiations rouges ont une action excitatrice; le phototropisme n'est pas, comme on pouvait le croire, le seul facteur actif de la fixation.

BOTANIQUE. — *Anomalies florales du Houblon japonais et du Chanvre déterminées par des semis hâtifs.* Note [1] de M. **J. Tournois**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Des observations faites au cours de l'année 1910 m'ont permis d'étudier précédemment [2] des anomalies florales apparues sur un certain nombre d'individus de l'espèce *Humulus japonicus* Sieb. et Zucc., à la suite de semis faits avant la fin de l'hiver.

Tandis que, sous nos climats, le Houblon japonais, après s'être développé en lianes hautes de plusieurs mètres, ne fleurit guère qu'en août, les individus observés en 1910, montrèrent dès le mois de mai, alors que leur taille ne dépassait guère 20^{cm}, quelques fleurs isolées stériles par avortement des fleurs mâles, et se comportèrent ensuite comme d'habitude. Cependant, deux pieds, un mâle et un femelle donnèrent des fleurs presque sans discontinuité, ce qui m'a permis de récolter des graines dès le mois d'août, et, en outre, des fleurs femelles, d'ailleurs stériles, apparurent sur le pied mâle.

J'ai répété les mêmes expériences dans le courant de cette année, à la fois sur le Houblon japonais et sur le Chanvre. Dans les deux cas, j'ai pu observer des floraisons encore plus précoces qu'en 1910, et, en outre, des anomalies sexuelles intéressantes.

1. *Houblon japonais.* — Un premier lot de 50 graines de Houblon japonais du commerce, analogues à celles de 1910, a été semé dès le début de février.

---

(1) Présentée dans la séance du 13 novembre 1911.

(2) *Sur quelques anomalies florales du* Humulus japonicus (*Bull. Mus. Hist. nat.*, 1910, p. 331).

Un second lot de 50 graines provenant de mes cultures de 1910 a été semé 15 jours après; il était formé :

1° De graines récoltées en août dont il est question plus haut;
2° De graines normales issues du même individu et récoltées en octobre;
3° De graines provenant d'autres individus tout à fait normaux.

Les graines ont germé assez régulièrement en pots qui ont été gardés quelque temps en serre, puis mis en plein air vers la fin mars, simplement protégés par un châssis lorsque la température l'exigeait. La croissance fut longtemps très ralentie et ne reprit qu'avec les premières journées chaudes d'avril.

Dès le 15 avril, les fleurs apparaissent par petits groupes à l'aisselle des feuilles sur quatre des individus du premier lot dont la taille ne dépasse pas 15^{cm} et qui n'ont pas plus de 4 ou 5 paires de feuilles; et, dans le courant de mai, l'état des cultures est le suivant :

	Lot I.	Lot II.
Nombre de plantes ayant germé	20	20
Nombre de plantes en fleurs au 1er mai	10	4
Nombre de plantes en fleurs au 15 mai.................	10	9

La proportion des individus en fleurs s'est trouvée sensiblement la même parmi les plantes des lots I et II et parmi les plantes de différentes origines du lot II.

Les fleurs apparaissent d'abord à la base de la plante et ensuite sur les nœuds successifs au fur et à mesure qu'ils se développent. Dans tous les cas, les fleurs les premières apparues, tant mâles que femelles, sont stériles et ces mêmes fleurs ont montré des anomalies intéressantes sur trois des individus les plus précoces.

Sur *un pied femelle*, les premières fleurs sont apparues à l'aisselle des feuilles dès le troisième nœud au-dessus des cotylédons. Leur constitution est rudimentaire, l'ovaire n'est pas complètement clos, entre les deux carpelles pourvus de stigmates subsiste un canal étroit à l'intérieur duquel fait saillie un ovule sans téguments et ne contenant qu'un sac embryonnaire réduit. J'ai même pu constater dans un ovaire, la présence de deux ovules superposés et soudés.

Sur *deux pieds mâles*, les fleurs apparues dès le quatrième nœud ont présenté des transformations plus ou moins complètes des étamines en carpelles. Certaines étamines portent des appendices ayant l'aspect et la constitution des stigmates. D'autres sont transformées en sacs comparables à un ovaire, contenant un massif cellulaire indifférencié et surmonté par deux stigmates.

Cette floraison anormale s'est prolongée jusqu'en juin, et a cessé après avoir donné depuis la fin mai une récolte assez abondante de graines très

précoces; toutes les plantes en expérience ont ensuite fleuri en août comme des individus normaux.

2. *Chanvre.* — Un lot de 50 graines de chanvre a été semé en février comme le houblon. Dans le courant de mars, les plantes jusque-là en serre, ont été mises en plein air où elles se sont peu développées jusqu'à fin avril, époque à laquelle une première floraison est apparue.

Cette floraison a présenté aussi des anomalies s'atténuant de la base au sommet de la tige : soit simplement la stérilité des étamines ou des ovaires, soit la phyllodie des étamines, soit comme chez le houblon, mais de façon plus complète, la transformation des étamines en carpelles. J'ai observé, par exemple, un organe complexe formé d'un ovaire normal contenant un ovule bien différencié et surmonté de deux stigmates portant chacun un sac pollinique réduit; dans d'autres cas, les sacs polliniques sont plus développés, les carpelles non soudés et l'ovule moins différencié.

La floraison anormale a cessé rapidement après avoir donné quelques organes fertiles et les chanvres observés ont fleuri de nouveau à l'époque habituelle.

Comme *expérience de contrôle*, j'ai refait des semis à partir du mois d'avril avec les mêmes lots de graine de houblon et de chanvre qui m'avaient servi pour les expériences précédentes; dans aucun cas je n'ai obtenu de floraison précoce ou anormale. Les phénomènes observés doivent donc être attribués à la précocité des semis et à l'ensemble des conditions atmosphériques que les plantes ont supportées au début de leur développement.

D'ailleurs, des observations analogues ont été faites sur le chanvre par divers auteurs. A la suite de semis hâtifs, Girou de Buzareingues (1) a obtenu une première floraison stérile suivie d'une deuxième floraison régulière, et Gasparrini (2) a observé des fleurs hermaphrodites.

On peut aussi rapprocher les faits observés de ceux que Giard (3) a réuni sous le nom de *progenèse*, dont on connaît de nombreux exemples chez les animaux et qu'il est intéressant de retrouver chez les végétaux.

En résumé, les observations faites sur le Houblon japonais et sur le Chanvre m'ont permis de constater que les semis hâtifs faits avant la fin de l'hiver peuvent provoquer :

---

(1) GIROU DE BUZAREINGUES, *Expériences sur la génération des plantes* (*Ann. Sc. nat.*, t. XXIV, 1831, p. 138).

(2) GASPARRINI, *Ricerche sulla embriogenia della Canapa* (*Atti della r. Accad. di Sc. fis. et mat.*, I, 1862).

(3) GIARD, *Bull. scient. dép. Nord*, 1887, p. 23.

1° *Une première floraison précoce sur des individus très jeunes, d'ailleurs suivie d'une deuxième floraison normale ;*

2° *L'apparition d'anomalies sexuelles au début de cette première floraison.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Modifications anatomiques produites, chez certains végétaux, par la poussière des routes goudronnées.* Note de MM. **C.-L. Gatin** et **Fluteaux**, présentée par M. L. Mangin.

L'un de nous a récemment entretenu l'Académie [1] des effets produits sur les arbres de certaines parties du Bois de Boulogne par le voisinage des routes goudronnées : les rameaux se rabougrissent, les feuilles restent plus petites et sont recroquevillées et tachées. Il était intéressant de rechercher si ces phénomènes de rabougrissement n'étaient pas accompagnés de modifications anatomiques corrélatrices. Nous avons surtout étudié, à ce point de vue, les *Catalpa* de la route des Sablons.

Nous avons examiné tout d'abord la base des rameaux de l'année récoltés le 1er juillet. Le rameau normal est d'un diamètre plus grand que le rameau goudronné. La réduction du diamètre porte surtout sur le cylindre central, les deux écorces restant sensiblement d'égale épaisseur.

Le liège sous-épidermique est beaucoup plus développé chez la plante qui a subi l'action des poussières goudronneuses.

L'endoderme, bien marqué chez les rameaux normaux, particulièrement au niveau des paquets de sclérenchyme péricyclique, ne présente aucune différenciation spéciale chez les rameaux goudronnés où il est formé de cellules qui sont semblables à celles du parenchyme cortical.

Le cylindre central est de dimensions beaucoup moindres chez le rameau goudronné que chez le rameau normal. L'assise génératrice y est donc moins active, ce qui se manifeste encore par la moins grande abondance de ses cloisonnements.

Chez le rameau attaqué, les rayons médullaires sont à peine marqués, à l'inverse de ceux du rameau sain, et les cellules de la moelle y sont plus petites.

Enfin nous avons constaté, sur des rameaux cueillis à l'automne (1er octobre 1911), qu'alors que les rameaux sains sont très riches en grains

---

(1) C.-L. Gatin, *Influence du goudronnage des routes sur les arbres du Bois de Boulogne* (*Comptes rendus*, t. 153, 17 juillet 1911, p. 302-305).

d'amidon, les rameaux qui ont subi l'action du goudron en sont presque totalement dépourvus.

L'étude des hampes florales a donné lieu à des remarques analogues.

Il en est de même des rameaux de *Robinia Pseudo-Acacia* et de *R. Pseudo-Acacia* var. *monophylla* récoltés au printemps et à l'automne allée de Longchamp.

Le liège s'est formé d'une façon très irrégulière chez les rameaux atteints, et l'amidon y est bien moins abondant que chez les rameaux sains.

Enfin on retrouve encore la formation de liège sur les nervures des feuilles de *Pelargonium*, sur les pétioles de Sycomore et de Marronnier attaqués par les poussières goudronneuses.

La plante réagit donc, dans certains cas, contre l'action nocive des poussières en développant des assises subéreuses.

Mais l'action du goudron se manifeste principalement par un ralentissement de la végétation se traduisant surtout par un développement moins grand de l'appareil conducteur et par une entrave (presque complète chez le *Catalpa*), apportée à la mise en réserve de l'amidon.

Ceci permet d'expliquer pourquoi le goudronnage des routes n'a pas toujours un effet immédiat sur les arbres voisins, mais une action *à longue échéance*.

Cette action va en s'accentuant petit à petit et rend les végétaux de plus en plus inaptes à la résistance. Ce ne sera souvent qu'après plusieurs années, comme cela s'est produit avenue du Bois-de-Boulogne, que le dommage deviendra nuisible.

Enfin, il importe encore de faire remarquer que si, dans les voies qui ont beaucoup souffert du goudron, on emploie un autre revêtement, inoffensif sur les végétaux, ceux-ci continueront encore à dépérir pendant quelques années, avant que l'influence bienfaisante de la transformation se fasse sentir.

AGRONOMIE. — *Recherche du sulfure de carbone dans les huiles.* Note de M. E. **Milliau**, présentée par M. A. Müntz.

On sait combien la recherche de traces ou de très faibles proportions de sulfure de carbone dans les huiles sulfurées, est délicate. La Marine militaire, par exemple, qui consomme des quantités considérables d'huile d'olive ou de grignons d'olive neutralisée, pour le graissage des machines de la flotte, a grand intérêt à déterminer la présence de ce corps, soit qu'elle

désire n'employer que des huiles de presse, soit qu'elle tolère les huiles extraites au sulfure. Il importe, dans ce cas, de vérifier si la distillation industrielle de ce solvant a été poussée assez loin pour ne redouter aucune attaque des organes des machines, ni aucune action nuisible sur les poudres et autres matières altérables.

On a préconisé dans ces derniers temps l'emploi de l'oléoréfractomètre. Les résultats que nous avons obtenus à l'aide de cet appareil en opérant sur un grand nombre d'échantillons, ne nous ont pas donné des indications suffisantes pour déceler de faibles proportions. La déviation observée a été augmentée de 0°,5 pour 0,1 pour 1000 de sulfure de carbone; de 2°,5 pour 0,5 pour 1000; de 4°,5 pour 1 pour 100; de 10° pour 2 pour 100 et enfin de 21°,5 pour 5 pour 100.

Cet essai, d'une sensibilité insuffisante, puisque la déviation de ces huiles d'olive pure varie elle-même de 0° à + 4°, peut intervenir surtout à titre d'indication complémentaire. Il ne faut pas oublier, en effet, qu'à l'aide d'huile ou d'autres matières compensatrices, même en proportions non dosables, on peut ramener une huile anormale au degré voulu.

Il en est de même du procédé Cusson, basé sur la transformation du sulfure de carbone en xanthate, réaction trop sensible, un peu incertaine et présentant un caractère assez mal défini.

Nous avons donc été amené à rechercher des procédés à la fois pratiques et sensibles pouvant être employés facilement.

A. *Procédé à l'acétate de plomb.* — On introduit 25^{g} d'huile dans une fiole à fond plat. On saponifie en ajoutant 10$^{cm^3}$ d'une solution aqueuse de potasse pure assez concentrée pour déposer des cristaux au-dessous de 20°.

On opère le mélange des deux liquides en imprimant un mouvement circulaire à la fiole jusqu'à empâtement de l'huile. On laisse la saponification s'achever à froid pendant une demi-heure au moins. Puis on dissout le savon dans 150$^{cm^3}$ environ d'eau tiède, on ajoute une pincée de bicarbonate de soude et l'on décompose en versant dans la fiole 20$^{cm^3}$ d'acide chlorhydrique pur; on obture immédiatement le goulot avec une rondelle de papier humide d'acétate de plomb et l'on attend quelques instants.

Les huiles de presse d'olive, de coton, de capoc, de colza et autres ne donnent aucune coloration.

L'huile d'olive ou de grignons d'olive pure contenant 1 pour 1000 de sulfure de carbone produit un dégagement de gaz sulfuré qui noircit nettement le papier réactif.

Le noircissement devient intense à partir de 2 pour 1000 de CS^2. Les huiles de pulpes contenant des traces de CS^2 provenant d'une distillation industrielle insuffisante donnent un noircissement très net.

On n'obtient aucune coloration quand on a chauffé au préalable les huiles sulfurées durant 1 heure à 130°.

Cette réaction encore nette à 0,5 pour 1000 de sulfure de carbone permet donc de déceler facilement ce corps dans les huiles.

B. *Action de l'huile de capoc en solution dans l'alcool amylique sur le sulfure de*

carbone. 50g d'huile à essayer sont mélangés dans un bol avec 10^{cm^3} d'alcool amylique pur, puis distillés. On s'arrête lorsqu'on a recueilli 5^{cm^3} de distillat.

On chauffe en tube scellé, au bain-marie bouillant, 1^{vol} d'huile de capoc, 4^{vol} du distillat et quelques centigrammes de soufre en poudre.

En opérant sur l'huile d'olive ou toute autre huile de presse, on n'obtient aucune coloration, même après 3 heures de chauffe.

Avec une huile d'olive contenant 1 pour 1000 de sulfure de carbone, on obtient une coloration nettement rouge. Avec les huiles de pulpes acides ou neutres contenant des traces de CS^2 par suite d'une distillation industrielle insuffisante, on obtient une teinte rouge foncée.

Il est bon de se servir comme réactif d'une huile de capoc préalablement neutralisée par 10 pour 100 de lessive de soude à 22° B.

L'huile de coton, employée comme l'huile de capoc, donne la même réaction un peu affaiblie.

Les éléments réducteurs des huiles de capoc ou de coton ne sont pas distillables. Si, en effet, on distille 50g de ces huiles avec 10^{cm^3} d'alcool amylique et 10^{cm^3} de sulfure de carbone, et si l'on chauffe le distillat en tube scellé avec un peu de soufre, mais sans ajouter ni coton, ni capoc, on n'obtient aucune coloration.

En répétant la même expérience avec les acides gras hydratés de ces huiles, on obtient encore un résultat négatif.

On fait disparaître toute coloration en chauffant au préalable les huiles sulfurées durant 1 heure à 130°.

On pourrait à la rigueur provoquer la réaction caractéristique de la présence du sulfure de carbone en opérant directement sur l'huile suspectée. Pour cela, on chaufferait en tube scellé, au bain-marie bouillant, un mélange de 1^{vol} de capoc neutre, 5^{vol} d'alcool amylique saturé de soufre et 4^{vol} de l'huile à essayer. Mais ce mode opératoire n'a ni la sensibilité, ni la précision du procédé par distillation.

Conclusions. — Le procédé à l'acétate de plomb et le procédé à l'huile de capoc sur le produit de la distillation des huiles avec l'alcool amylique, permettent de déceler d'une manière certaine la présence du sulfure de carbone dans les huiles à graissage.

HISTOLOGIE. — *Sur la structure des piliers de Corti.* Note de M. E. Vasticar, présentée par M. Henneguy.

Je suis amené à considérer sous un aspect un peu nouveau la structure ainsi que la disposition des piliers de Corti.

Je constate qu'il existe deux sortes de piliers : un pilier principal ou *à palette* et un pilier intermédiaire ou *à mortaise*.

Le pilier à palette s'élargit à sa partie supérieure en forme de raquette aplatie laté-

ralement. Elle est composée d'un cadre ovalaire, incomplet en dehors, et dont l'intérieur est occupé par une palette de substance amorphe colorable par la safranine. Le cadre est le prolongement du pilier proprement dit. Il forme, à la partie supérieure, une espèce de cimier et porte vers sa partie interne une crête (plaque antéro-interne de Löwenberg) à laquelle est suspendu l'anneau cilié interne. La palette est enchâssée dans ce cadre; elle est formée par l'accolement de deux plaquettes n'en formant qu'une seule à la partie supérieure, mais légèrement écartées l'une de l'autre dans les parties moyenne et inférieure. Elles sont planes intérieurement et faiblement coniques en dehors, ce qui donne à cette tête de pilier, vue de l'axe du limaçon, une silhouette lancéolée. Le bord externe aminci de la palette termine le cadre. A la base et en dessous de la saillie du cône s'insère un filament épais et court dont l'autre extrémité est fixée en un point symétrique du cône voisin. La succession bout à bout de ces segments de filaments constitue une corde spirale qui assure, entre elles, la cohésion de toutes les têtes des piliers internes à palette. Il existe, sur différents points de la surface conique de la palette, de petites saillies boutonneuses auxquelles se fixent des paquets de filaments venus du pilier externe. Les têtes des piliers externes ne se trouveraient donc plus en contact immédiat et simplement juxtaposées, ainsi qu'il a été admis jusqu'à présent, mais seraient au contraire, d'après mon observation, séparées les unes des autres par les palettes des piliers internes que je décris. Elles envoient, en outre, des lames de filaments qui s'insèrent, au pourtour de la palette, à la ligne de jonction de cette dernière à son cadre; quelques-uns se prolongent même en dehors du cadre et viennent soutenir l'anneau de la cellule ciliée interne. Les extrémités supérieures des autres fibres de la tête du pilier externe sont contenues dans l'épaisseur d'un revêtement cytoplasmique de développement variable, le plus souvent en forme de calotte située à la partie supéro-interne de la tête du pilier externe et se prolongeant quelquefois en dehors sous forme d'un manchon qui entoure presque complètement l'extrémité externe de la tête, plus effilée dans ce cas particulier. Les bords de la calotte viennent se fondre dans la ligne de jonction de la palette au cadre. La partie axiale de la calotte porte un corps triangulaire, une sorte d'éperon allongé verticalement et dont l'angle antérieur reçoit l'attache de ce que les auteurs dénomment l'*apophyse du pilier externe*. L'angle inférieur supporte un filament vertical assez volumineux qui va se perdre dans les fibres du pilier interne à mortaise et descend jusqu'au niveau de la corde spirale.

La partie inféro-interne de la tête du pilier externe présente une dépression au point où elle repose sur la corde spirale. Cette région, en contact avec la corde et les surfaces coniques des palettes, est formée d'une couche de protoplasma dense et à très fines granulations qui isole des corps précédents la partie fibreuse du pilier externe. Le cimier de la palette est réuni à la partie antérieure de la face inférieure de la phalange de la première rangée par un filament piliforme, homogène, aussi réfractaire à l'action des colorants que la surface elle-même des phalanges et qui échappe généralement à la vue. C'est la raison pour laquelle il n'a jamais été mentionné. Il prend une teinte imperceptible gris bleuté ou rosé par l'action prolongée de l'hématoxyline ou de l'éosine, sans coloration plus accentuée des bords. Le reste de la face inférieure de cette phalange donne insertion au filament fasciculé (apophyse du pilier externe des auteurs) distinct du précédent, et qui, passant sous la calotte, traverse de part en part

la tête du pilier externe pour se fixer à la partie antérieure du corps triangulaire que je viens de signaler. Ces deux filaments s'insèrent donc, extérieurement, sur le même corps.

Le pilier interne à mortaise, situé entre deux piliers internes à palette, forme, à sa partie supérieure, une sorte de coin qui embrasse dans sa concavité la tête du pilier

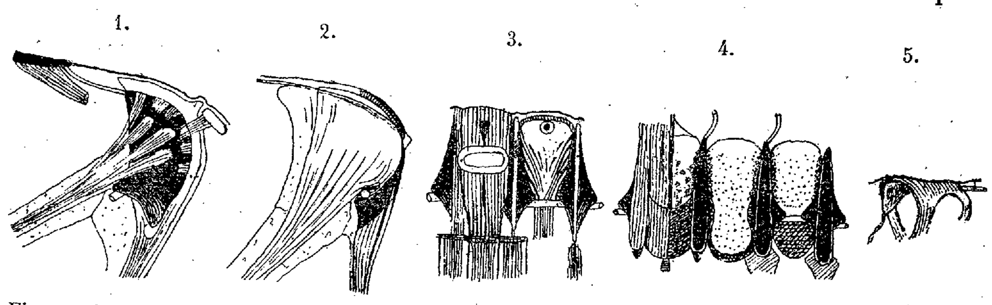


Fig. 1 : Coupe axiale rasant la surface de la palette. — Fig. 2 : Coupe axiale au milieu de la tête du pilier externe. — Fig. 3 : Coupe frontale. — Fig. 4 : Vue cavalière. — Fig. 5 : Pièce détachée sur une préparation.

externe. Il se moule sur les surfaces internes et inférieures des cônes des palettes voisines. Il ne peut être confondu sur une coupe axiale avec la palette. Cette dernière ressemble à une épine de rosier implantée sur son écorce et montre un angle inférieur très aigu, mais arrondi, se prolongeant dans l'axe même du pilier à palette. Le coin articulaire offre un angle beaucoup moins aigu se terminant sur le bord interne même du pilier à mortaise. L'angle supéro-externe de ce coin se relève en forme de bec qui contourne légèrement la corde spirale à laquelle le fixent quelques filaments. Sur une coupe du même genre, le coin articulaire ne se superpose pas exactement à la partie inférieure de la palette, il est plus en dehors et descend plus bas.

La tranche de section de la corde spirale sur toutes les coupes axiales se montre sous la forme d'un gros point blanc resté incoloré.

Les têtes de tous les piliers internes indistinctement sont reliées entre elles par une sorte de cravate composée de trois ou quatre filaments.

La pellicule cellulaire de chaque pilier interne forme une lame de recouvrement général qui part de la base même du pilier pour s'attacher aux cellules ciliées ainsi qu'à l'extrémité des phalanges de la première rangée. Elle est percée de boutonnières au niveau des piliers à palette et des éperons des piliers à mortaise.

Le nombre des piliers internes est exactement le double de celui des piliers externes, abstraction faite de quelques anomalies qui en restreignent fréquemment le nombre.

EMBRYOGÉNIE. — *Nouveaux arguments en faveur de l'action des glandes surrénales sur la détermination des sexes.* Note de M. R. Robinson, présentée par M. Labbé.

Trois ordres de faits nouveaux nous ramènent à la question de détermination des sexes par l'action des capsules surrénales.

A. *Observations cliniques.* — A la suite des observations déjà anciennes, M. Fieux, agrégé d'obstétrique à Bordeaux, vient de publier l'histoire de 50 cas où il a pu constater que, si le nombre des battements cardiaques du fœtus varient entre 136 et 150 par minute, le sexe est féminin 68 fois sur 100, et si ce nombre dépasse 150, il s'agit toujours d'une fille. Or, nous avons pu contrôler pour notre part dans trois cas, non seulement l'exactitude de ce fait, mais aussi l'action ralentissante de l'adrénaline sur le fœtus. Il est donc à présumer que si cette substance est administrée à la mère dès les premiers jours de la conception, elle pourra influer aussi bien la circulation que la formation du sexe de l'embryon.

B. *Faits anatomo-pathologiques.* — Les glandes surrénales semblent même agir après la naissance, sinon sur le sexe qui est formé dès les premiers moments de la fécondation, mais sur quelques attributs du sexe. En Angleterre, une femme de 32 ans, n'ayant jamais eu de menstrue, avait la face et les membres couverts de poils. A l'autopsie, on trouva chez elle une grosse tumeur de la surrénale qu'on peut voir au Musée Royal des chirurgiens de Londres. M. Bortz, chirurgien allemand, a observé, il y a deux ans, une jeune fille de 16 ans qui à partir de cet âge prit les attributs masculins : barbe luxuriante, moustache, poils abondants sur tout le corps, timbre masculin de la voix, etc. A l'ouverture du corps *post mortem* on trouva des tumeurs adénomateuses dans les capsules surrénales. Une femme de 26 ans, observée par M. Bovin, médecin hollandais, était obligée de se raser comme un homme. A l'autopsie on trouva une capsule surrénale incluse dans l'ovaire. MM. Guinon et Bigeon, MM. Bollach et Sequeria, M. Apert, MM. Launois, Pinard et Gallois ont publié des faits semblables. Enfin, M. Guibal, de Béziers, a rapporté l'histoire d'une petite fille de 3 ans, et M. Auvray celle d'une femme de 72 ans, chez lesquelles on constatait plusieurs particularités du sexe masculin. Donc, l'irritation, la prolifération des éléments des glandes surrénales peuvent influer les attributs extérieurs du sexe, provoquer l'atrophie des glandes génitales (ovaires).

C. *Réactions chimiques.* — Existe-t-il un moyen pour savoir approximativement l'état fonctionnel des capsules surrénales des femmes gravides ? C'est un problème intéressant qu'il serait utile d'étudier pour le diagnostic du sexe. Car les vomissements rebelles et les autres signes d'une insuffisance capsulaire ne sont pas constants dans la plupart des cas. Nous avons utilisé dans ce but le réactif de Fränkel-Allers (iodate acide de potassium) pour déceler les quantités minimes de l'adrénaline qui se trouve dans l'urine ou dans le sang. Nous nous sommes adressé également au réactif de Vulpian

(perchlorure de fer) auquel nous devons les premières notions de la fonction chimique des surrénales (*Comptes rendus*, 29 septembre 1856). Mais, d'après nos expériences, le périodate de potassium est beaucoup plus sensible et donne une réaction assez nette. Ainsi, dans un cas où il nous a été donné d'observer cette réaction, nous avons pu diagnostiquer le sexe du fœtus au quatrième mois et, en effet, ainsi que l'on a pu le constater à la clinique du Professeur Pinard, la naissance de l'enfant a confirmé l'exactitude de notre prévision.

De l'ensemble de ces faits il résulte que les capsules surrénales doivent avoir une influence primordiale sur l'organisme de l'œuf et le sexe de l'embryon, et que les notions chimiques et histologiques que nous poursuivons à la suite d'autres chercheurs, élucideront peut-être cette curieuse question du déterminisme des sexes, sinon chez tous les êtres vivants, au moins chez les Vertébrés supérieurs et en particulier dans l'espèce humaine.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la détermination des caractères sexuels secondaires chez les Gallinacés.* Note [1] de M. **A. Pézard**, présentée par M. Edmond Perrier.

Depuis une dizaine d'années, on a attribué à l'influence du testicule, ou plus spécialement de la glande interstitielle, logée entre les canaux séminifères, le développement, à la puberté, des caractères sexuels secondaires.

Les expériences que nous avons faites à ce sujet ont porté sur des Gallinacés : coqs ordinaires ou de race Orpington, faisans dorés (*Thaumalea picta*), faisans argentés (*Euplocomus Nycthemerus*).

23 coqs domestiques, répartis en 3 séries successives, ont été mis en expérience. Dans chaque série, les sujets étaient aussi comparables que possible (même basse-cour, même âge). Un certain nombre d'entre eux furent castrés vers l'âge de 3 mois, en tout cas avant le développement des caractères sexuels secondaires.

Afin de suivre l'évolution de ces caractères, nous notions périodiquement les dimensions de la crête, des barbillons et l'état de ces organes ; nous mesurions les ergots et nous observions le plumage (couleur et développement du camail, des lancettes), enfin les instincts et l'activité des animaux.

Sur les 23 coquelets, 7 furent conservés comme témoins, 16 furent castrés qui nous fournirent 10 castrats complets et 6 castrats incomplets.

Dans les 10 cas de castration complète, nous avons constaté un arrêt de

---

[1] Présentée dans la séance du 13 novembre 1911.

développement de la crête, des barbillons (*fig.* 1) et des oreillons, parfois même une légère diminution de ces organes; au lieu de devenir sanglants et épais, ils demeuraient minces, farineux, exsangues. Le cou et le corps étaient plus allongés. Par contre, nous n'avons pas constaté, dans les phanères, de changements notables; le camail est un peu plus fourni chez les chapons; les lancettes et les faucilles sont aussi développées, sinon plus brillantes, plus colorées; les ergots sont comparables chez castrats et témoins.

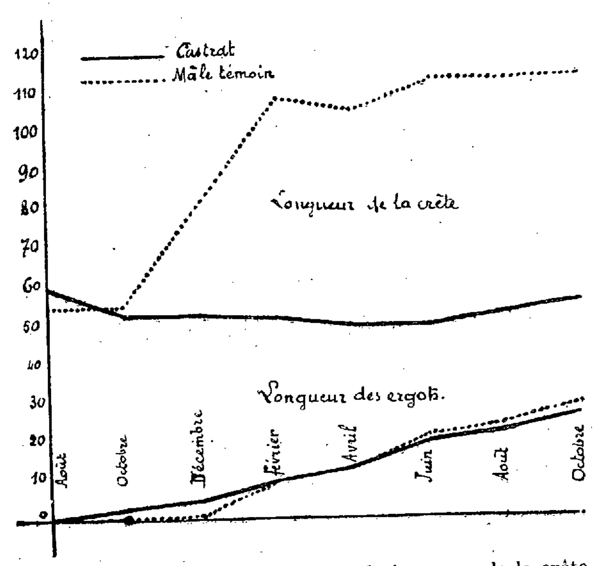


Fig. 1. — Graphique indiquant, en centimètres, la longueur de la crête et des ergots chez un castrat et un mâle normal.

Enfin ceux-là ne chantaient pas et ne manifestèrent à aucun moment d'instincts sexuels.

En constatant les résultats relatifs aux phanères, nous nous sommes demandé si la castration n'avait pas été trop tardive. Nous avons alors conservé nos animaux pendant plus d'un an, à la Station physiologique du Collège de France, au Parc des Princes; en juin et juillet 1911, nous avons assisté à la mue: les plumes néo-formées furent en tous points semblables aux premières.

D'ailleurs les coqs de la série 3 (Orpington fauve), nés en août 1910, furent castrés en novembre; ils ne devaient prendre leurs caractères sexuels secondaires qu'au mois de mars suivant; dans cette série le plumage des castrats présente les mêmes particularités que chez le mâle; il est même plus brillant et les faucilles plus allongées.

Un fait expérimental nous a permis de vérifier l'hypothèse relative à l'action d'une sécrétion interne testiculaire.

Deux coquelets (Orpington noir) sont castrés en novembre 1909 et présentent les caractères de castrats. A partir de janvier 1910, l'un d'eux reçoit deux fois par semaine, en injection péritonéale, 5^{cm^3}, puis 10^{cm^3} d'extrait au $\frac{1}{10}$ de testicule de porc cryptorchide (il est établi que, chez cet animal, la glande interstitielle est seule développée).

Sous l'influence des injections, la crête et les barbillons grandissent (*fig.* 2),

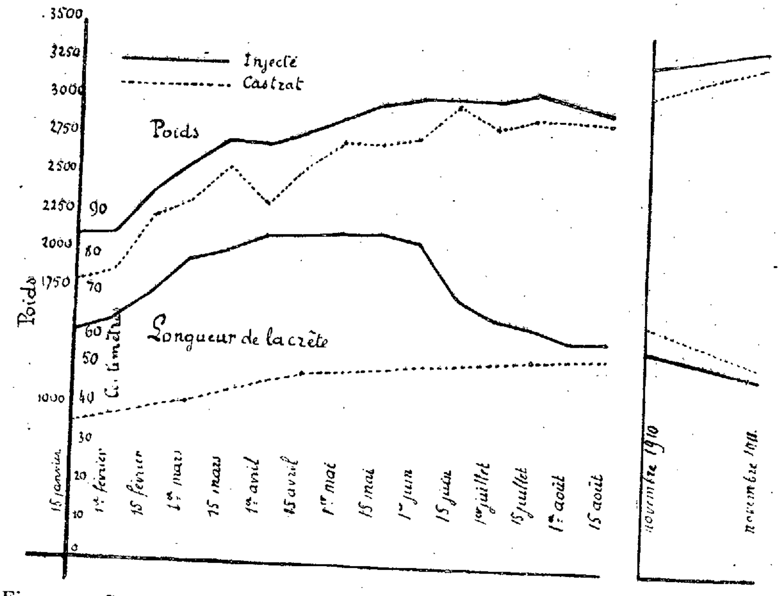


Fig. 2. — Graphique indiquant le poids de l'animal et la longueur de la crête chez un castrat normal et un injecté.

deviennent épais, sanglants, érectiles; les instincts sexuels apparaissent ainsi que le chant et l'ardeur combative vis-à-vis des autres mâles. En mai 1910, nous cessons les injections : l'animal cesse de chanter, perd son ardeur sexuelle et reprend peu à peu l'attitude insolente du chapon, tandis que s'étiolent la crête et les barbillons.

Nos expériences de castration sur les faisans dorés et sur les faisans argentés nous ont conduit à des résultats analogues.

Ainsi, parmi les caractères sexuels secondaires des Gallinacés, les phanères paraissent échapper à l'action testiculaire, tandis que le testicule et plus spécialement la glande interstitielle conditionnent le développement des organes érectiles (crête, barbillons, oreillons), ainsi que le chant, l'instinct sexuel, l'ardeur combative, enfin quelques particularités squelettiques.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Modifications rapides de la forme sous l'influence de la privation d'oxygène chez une Méduse*, Eleutheria dichotoma *Quatref.* Note de Mme **Anna Drzewina** et M. **Georges Bohn**, présentée par M. Henneguy.

Dans la première quinzaine de juillet, au Laboratoire de Concarneau, nous avons mis en observation quelques exemplaires d'*Eleutheria dichotoma* recueillis parmi les algues vertes, *Enteromorpha* des rochers du Penarvashir.

L'*Eleutheria* est une petite Méduse marcheuse, Cladonémidée, dont le corps n'atteint pas $0^{mm},5$, et qui se déplace au moyen de 6 bras dichotomisés (une branche se termine par une ventouse, et l'autre par une tête urticante); elle bourgeonne très activement, et il n'est pas rare de trouver des individus qui portent toute une couronne de bourgeons, 5 et même 6, situés dans les intervalles des bras, et de différents âges. Malgré les chaleurs excessives de l'été dernier, nous avons pu obtenir, par culture dans des boîtes de Pétri, à partir des quelques individus initiaux, plusieurs générations successives, de sorte que nos expériences ont porté sur plus d'une centaine d'individus, chez lesquels nous avons étudié la régénération, la reproduction asexuée et sexuée, le développement du polype, l'influence des agents du milieu extérieur, l'hérédité, etc. Nous comptons consigner les résultats obtenus dans un prochain Mémoire; dans la présente Note, nous désirons attirer l'attention sur un fait qui nous paraît intéressant au point de vue de la Biologie générale.

Comme nous venons de le dire, la culture réussit très bien dans des boîtes de Pétri, par conséquent dans de faibles quantités d'eau qu'on n'a même pas besoin de renouveler souvent. La résistance de l'*Eleutheria* vis-à-vis du manque d'oxygène est tout à fait remarquable : on peut la maintenir sans inconvénient pendant 24 à 48 heures dans une solution faible de cyanure de potassium, qui tue presque instantanément des Crustacés ou des Poissons [1]. Dans une eau privée d'oxygène au moyen du dispositif Fabre-Domergue-Legendre (tube hermétiquement clos à double paroi, l'épuisement de l'oxygène se fait par l'acide pyrogallique), les *Eleutheria* continuent à vivre pendant une douzaine d'heures. Un traitement de 6 à 8 heures ne paraît guère atteindre la vitalité des animaux, mais il amène de curieuses

(1) *Comptes rendus Soc. de Biol.*, t. LXX, 1911, p. 777.

modifications de forme qui se manifestent en ce que les bourgeons à l'état d'ébauche, au lieu de continuer leur développement normal et de donner de jeunes Méduses qui se détachent, se transforment en des bras qui viennent augmenter le nombre habituel de ceux de la Méduse mère.

Voici le détail d'une des expériences :

Le 8 septembre, une Méduse à 6 bras, présentant 4 bourgeons déjà visibles, est placée pendant 6 heures dans un tube dont l'oxygène est extrait au moyen de l'acide pyrogallique. Transportée ensuite dans l'eau ordinaire, cette Méduse présente dès le lendemain, à la place où se dessinaient les bourgeons, trois minuscules bras, dont deux déjà dichotomisés. Ces bras poussent avec une grande rapidité, ce qui doit être attribué en partie à la température très élevée (la température de la pièce étant presque constamment de 29° à 30°). Le 12 septembre, apparaît un quatrième bras supplémentaire, le 14 septembre un cinquième, dans un nouvel interradius, et le 15 septembre enfin un sixième bras, inséré un peu dorsalement, fait son apparition. Tous ces bras se sont développés tout à fait normalement; ils se fixaient au moyen de leurs ventouses et paralysaient les proies avec les nématocystes de la tête urticante tout comme les bras ordinaires, et l'on a eu ainsi une belle Méduse à 12 bras, au lieu de 6. Nourrie abondamment avec des Copépodes, elle s'est remise à bourgeonner, et le 20 septembre elle présentait 4 bourgeons normaux, déjà pourvus de bras dichotomisés.

Dans nos autres expériences, nous n'avons pas obtenu un nombre aussi considérable de bras supplémentaires; il n'a été que de 3, 2 ou 1 (¹), probablement parce que nous n'avons pas eu à notre disposition des Méduses présentant à la fois plusieurs bourgeons suffisamment peu différenciés. Il est à noter, en effet, que, lorsque le bourgeon est à peine esquissé, on le voit régresser; d'autre part, lorsqu'il est un peu trop âgé, et surtout lorsqu'on commence à apercevoir des crénelures, indices des futurs bras, le manque d'oxygène ne réussit pas à dévoyer le développement, et celui-ci se poursuit le plus souvent de la façon normale. Nous disons le plus souvent, car dans un des cas, après privation d'oxygène, une Méduse a donné deux Méduses filles : une à 4 bras et l'autre à 5 bras, dont un plus petit. Une Éleuthérie à 4 bras est une anomalie qui, à notre connaissance, n'a jamais été signalée et que nous n'avons observée que dans cette seule circonstance. A ce sujet, il est intéressant à noter que nous avons eu aussi des cas où deux bras supplémentaires poussaient dans le même interradius, comme si

(¹) Le nombre de bras chez les Éleuthéries n'est pas toujours 6; exceptionnellement, il peut être de 5 ou de 7; une fois même nous avons observé une Méduse à 8 bras. Mais ce sont là des particularités congénitales; jamais dans nos cultures, malgré les conditions variées, nous n'avons vu chez une Méduse déjà constituée pousser spontanément un bras supplémentaire.

c'étaient deux bras du même bourgeon frappé d'un arrêt et d'une régression de développement. Notons aussi que, parmi les bras supplémentaires des diverses Méduses, il y en avait quelquefois à aspect anormal : non bifurqués ou trifurqués (deux branches à ventouse, et une à tête urticante).

Dans le cas de la Méduse à six bras surnuméraires, la réaction au traitement chimique a été, comme on l'a vu, très rapide. Dans diverses autres expériences, elle a été plus ou moins tardive. Ainsi, chez une Éleuthérie traitée le 29 août, un premier bras supplémentaire a poussé le 1[er] septembre et un second le 3 septembre. Des deux Méduses traitées le 9 septembre, une a formé un petit bras supplémentaire le 15 septembre, et l'autre deux bras supplémentaires respectivement le 26 et le 27 septembre. Chez une autre encore, mise en expérience le 12 septembre, trois bras surnuméraires ont apparu successivement le 26, le 28 et le 29 septembre. L'intervalle entre le moment du traitement et celui de la réaction peut donc atteindre une quinzaine de jours. Les effets rapides coïncidant avec la période de grandes chaleurs (fin août à 9 septembre), et ceux plus lents avec les températures beaucoup plus basses, il est probable que le facteur température intervient dans le phénomène, du moins en ce qui concerne sa vitesse.

PHYSIOLOGIE. — *Inactivation de la trypsine par dialyse vis-à-vis de l'eau distillée, réactivation de cette diastase par addition de sels.* Note de MM. **Albert Frouin** et **Arthur Compton**, présentée par M. A. Dastre.

Dans le suc pancréatique provenant de fistules temporaires ou permanentes établies chez deux espèces animales différentes, le chien qui peut représenter le type des carnivores et la vache qui est un herbivore, on trouve des carbonates, des chlorures, des sulfates, des phosphates de Na, K, Ca, Mg.

Ces faits nous ont conduits à étudier le rôle des sels minéraux contenus dans le suc pancréatique sur l'action protéolytique de la trypsine.

Pour cette étude nous avons employé le suc de fistule temporaire obtenu après injection de sécrétine. Ce suc, inactif par lui-même sur l'albumine coagulée, est activé par une quantité suffisante de suc intestinal, puis il est placé dans des sacs de collodion et dialysé vis-à-vis de l'eau distillée. Au bout de 66 à 72 heures, le liquide est complètement inactif sur l'albumine

coagulée; mais on peut faire réapparaître le pouvoir protéolytique par l'addition de sels.

Les expériences sont faites aseptiquement de la façon suivante :

Le suc pancréatique de chien est additionné de $\frac{1}{4}$ de son volume de suc intestinal provenant d'animaux porteurs de fistules de Thiry. Ce suc a été préalablement centrifugé et filtré sur bougie Berkfeld [1].

Le mélange est centrifugé, placé dans un sac de collodion stérilisé, dialysé vis-à-vis de l'eau distillée stérile. Pour 50^{cm^3} de suc pancréatique activé, on emploie 1500^{cm^3} à 1700^{cm^3} d'eau stérile que l'on change toutes les 12 heures. La dialyse est prolongée pendant 66 à 72 heures à la température du laboratoire.

Le suc dialysé (3^{cm^3}) est placé dans des tubes à essais nettoyés avec le plus grand soin et lavés à la vapeur d'eau. On ajoute dans chaque tube 1^{cm^3} de toluène qui présente le double avantage d'être antiseptique et d'éviter l'évaporation du liquide. On introduit dans chaque tube un cube d'albumine [2].

Les tubes portés à l'étuve à 36°-37° n'ont présenté aucune trace de digestion même après 8 jours. Au contraire, dans les tubes préparés de la même façon, avec le même liquide dialysé dans lesquels on a ajouté divers sels, l'albumine est attaquée d'une façon très manifeste après 24 heures. Dans la plupart des cas, les cubes d'albumine se fendillent au bout de 12 ou 24 heures; ils sont désagrégés et dissous en 48-72 heures; sauf un léger reste qu'on pourrait évaluer à $\frac{1}{20}$ ou $\frac{1}{10}$ du volume des cubes primitifs. Dans le cas du borate de sodium, la dissolution a été totale.

Les résultats très nets que nous venons de signaler n'ont été obtenus qu'après de nombreuses expériences. En effet, si la dialyse est insuffisante, le liquide renferme assez de sels dissous; il possède encore une certaine activité, et son action sur l'albumine est seulement renforcée par l'addition des sels ajoutés.

Si, au contraire, la dialyse est poussée trop loin, le liquide dialysé devient inutilisable, soit parce que la diastase qu'il renferme est détruite,

---

(1) Nous avons constaté que l'addition de suc intestinal au suc pancréatique produit toujours un trouble qui se rassemble au bout de 5 à 10 minutes en un précipité floconneux que l'on peut séparer facilement par centrifugation. Nous avons étudié ce précipité, qui est constitué, en majeure partie, de matières albuminoïdes. Nous nous contentons aujourd'hui de mentionner le fait qui n'a été signalé par aucun des expérimentateurs qui ont étudié l'activation du suc pancréatique par la kinase de suc intestinal.

(2) Un œuf frais est placé dans l'eau bouillante et laissé pendant 10 minutes à la température de l'ébullition. L'albumine est divisée en cubes égaux de 7^{mm} à 8^{mm} de côté. Ces cubes sont placés dans une fiole conique stérile dans laquelle on verse 50^{cm^3} à 60^{cm^3} d'eau distillée bouillante. L'eau distillée est renouvelée tous les jours. Au bout de 4 ou 5 jours de macération les cubes sont employés pour les expériences.

sait parce qu'elle a diffusé au travers du sac de collodion. Les expériences doivent donc être réalisées sur des prises d'essais successives effectuées au cours de la dialyse. C'est après 66 à 72 heures de dialyse que nous avons obtenu les résultats les plus démonstratifs.

Nous avons essayé tout d'abord les sels qui paraissent contenus normalement dans le suc pancréatique, tels que : les chlorures de calcium, de magnésium, de potassium, de sodium, le phosphate de sodium, le sulfate de magnésium.

Nous avons étudié également d'autres sels, tels que le bromure, l'iodure et le fluorure de sodium et de potassium; l'acétate, le citrate, le borate de sodium; le chlorure et le bromure d'ammonium; les chlorures de baryum, de strontium et de manganèse. Les résultats de nos expériences peuvent se résumer de la façon suivante : les sels étudiés, ajoutés à la concentration de $\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$ de molécule-gramme par litre, ont réactivé la diastase et provoqué la digestion de l'albumine.

Nous avons étudié l'action de deux bases la soude et la baryte. La soude, à la concentration de $\frac{1}{1000}$ de molécule-gramme par litre, n'a aucune action réactivante sur le suc pancréatique inactivé par dialyse sur l'eau distillée. A la dose de $\frac{1}{100}$ de molécule-gramme par litre, elle active très nettement la diastase et produit la digestion complète de l'albumine.

Avec la baryte nous avons obtenu des résultats de même ordre. Aux concentrations de $\frac{1}{200}$ et $\frac{1}{100}$ de molécule-gramme par litre, elle produit la réactivation de la diastase. Aux concentrations de $\frac{1}{20}$ et $\frac{1}{10}$ de molécule-gramme par litre on n'observe aucune réactivation de la diastase.

D'après les résultats ci-dessus on voit que les divers sels de calcium, de magnésium, de potassium, de sodium employés font réapparaître le pouvoir digestif du suc pancréatique kinasé inactivé par dialyse sur l'eau distillée.

Les expériences faites avec la baryte et la soude, dans lesquelles on constate une activation si la dose ajoutée est suffisante, font prévoir qu'il y a une concentration optimum pour chacun des sels employés.

Bien que le suc pancréatique kinasé puisse digérer l'albumine en milieu acide, l'addition d'un acide au suc inactivé par dialyse n'a jamais produit la réactivation.

Nous pouvons donc conclure de ces faits que la présence de sels est nécessaire pour que l'action protéolytique de la trypsine se manifeste.

ZOOLOGIE. — *Sur l'Atlantide.* Note de M. **Louis Germain**, présentée par M. Edmond Perrier.

Dans son *Timée*, Platon parle, sous le nom d'*Atlantide*, d'un continent disparu s'étendant, dans l'océan Atlantique, au delà des Colonnes d'Hercule. Ce récit, souvent traité de fable, est cependant d'une précision plus grande qu'on ne l'a cru. Je me propose, dans un travail que je prépare en ce moment, d'établir à l'aide de données historiques, géographiques et naturelles (¹), la véracité du récit de Platon et d'essayer d'écrire l'histoire de ce continent disparu. Dans cette courte Note, je n'indiquerai que les principaux arguments paléontologiques et zoologiques qui militent en faveur de ma manière de voir.

Si l'on jette un coup d'œil sur la carte de l'océan Atlantique, on est de suite frappé par l'existence d'une série d'îles s'étendant au large des côtes de l'Afrique et de la péninsule ibérique et qui sont les Açores, Madère, les Canaries et les îles du Cap Vert. J'ai montré, dans un précédent travail, que la faune terrestre (et surtout la faune malacologique) de tous ces archipels avait une origine continentale absolument nette (²) et que, par ses caractères généraux, elle se rattachait à la faune circaméditerranéenne sans présenter de points de contact avec la faune africaine équatoriale.

D'autre part, on trouve en Mauritanie (³) des formations quaternaires avec *Helix* (*Helix Gruveli* Germain) dont les analogies avec les espèces actuelles des Canaries sont évidentes. Tout récemment, M. G. Dollfus m'a communiqué des *Helix* quaternaires des Canaries qui sont rigoureusement identiques à ceux découverts en Mauritanie.

D'ailleurs, on sait aujourd'hui que toutes ces îles reposent sur un soubassement sédimentaire, reste d'un ancien continent effondré.

Je ne fais que citer l'analogie des Mollusques actuels de Madère, des Canaries, des Açores et des îles du Cap Vert avec les fossiles du Tertiaire européen; la présence, dans le Quaternaire de ces îles, de Mollusques aussi caractéristiques de la faune circaméditerranéenne que le *Rumina decollata* L., et la survivance, aux Canaries et aux Açores, de l'*Adiantum reniforme* L., cette fougère aujourd'hui disparue en Europe, mais qu'on retrouve dans le Pliocène du Portugal, pour arriver à quelques faits de zoogéographie particulièrement importants.

Le plus considérable est fourni par la répartition géographique d'une famille de

---

(¹) Ces dernières se rapportant à l'Ethnographie, à l'Anthropologie, à la Géologie, à la Paléontologie, à la Botanique et à la Zoologie.

(²) J'ajouterai : une origine continentale avec nombreuses adaptations à la vie désertique.

(³) Au Rio de Oro et aux environs du cap Blanc.

Mollusques Pulmonés, celle des *Oleacinidæ*. Ces animaux, représentés par un assez grand nombre de genres (*Spiraxis*, *Varicella*, *Ferussacia*, *Azeca*, etc.), ne vivent que dans l'Amérique centrale, les Antilles et le bassin méditerranéen ([1]); mais, tandis qu'ils sont représentés en Amérique, comme ils l'étaient dans l'Europe méridionale à l'époque miocène, par des formes de grande taille, ils ne se montrent plus, dans le bassin méditerranéen (et aussi aux Açores, à Madère et aux Canaries), que sous forme de Mollusques de petite taille.

Deux autres faits du même ordre sont également importants. Le premier est l'existence de 15 espèces de Mollusques marins vivant à la fois dans les Antilles et sur les côtes du Sénégal ([2]) sans que le transport des embryons puisse être utilement invoqué. Il en est de même en ce qui concerne les Madréporaires de San-Thomé étudiés par M. Ch. Gravier. Sur les 6 espèces que comporte cette faunule, une ne vit que dans les récifs de la Floride et 4 n'étaient jusqu'ici connues qu'aux Bermudes. Comme la durée de la vie pélagique des larves de Madréporaires n'est que de quelques jours, il est impossible d'expliquer cette singulière distribution géographique par le jeu des courants marins.

Des faits que je viens d'exposer brièvement je crois pouvoir conclure que les îles Açores, les Canaries, Madère et l'archipel du Cap Vert, autrefois réunis, constituaient une aire continentale qui est l'Atlantide. Relié à la Mauritanie, ce continent devait avoir pour limite Sud une ligne de rivages qui, partant des environs du Cap Vert, traversait l'Atlantique pour se rattacher à un point indéterminé du continent américain, vraisemblablement le Vénézuela ([3]).

L'Atlantide s'est effondrée beaucoup plus récemment que le continent africano-brésilien, si bien que la formation de l'océan Atlantique a dû s'effectuer en deux temps correspondant respectivement à l'effondrement du continent africano-brésilien et à celui de l'Atlantide. D'autre part, l'océan Atlantique, et ceci n'est qu'une hypothèse, s'est constitué symétriquement par rapport à la ligne de résistance maximum représentée aujourd'hui par la crête nord-sud de hauts fonds située au milieu de cet océan. La symétrie que j'indique ici est relativement remarquable, car, d'après la Carte des océans de S. A. S. le Prince de Monaco, les sondes

---

([1]) Les *Oléacinidés* ont été introduits récemment en Nouvelle-Zélande. Il n'y a évidemment pas lieu de tenir compte de cette acclimatation accidentelle.

([2]) Ces Mollusques ont été signalés par M. Dautzenberg, d'après les récoltes de MM. Gruvel et Chudeau. Le même auteur indique aussi, comme vivant encore aux environs du cap Blanc, le *Brocchia sulcosa* Brocchi, espèce miocène et pliocène d'Europe, jusqu'ici inconnue à l'état vivant.

([3]) Des sondages seraient indispensables pour relever cette ancienne ligne de rivages avec quelque précision.

marquent sur les côtes africaines et brésiliennes des profondeurs sensiblement égales à égales latitudes :

5490^{m} au large du cap Saint-Roque (Brésil);
5300^{m} au large de l'embouchure du rio de la Plata;
5600^{m} au large de l'embouchure du Congo;
5300^{m} au large de l'embouchure du fleuve Orange.

L'Atlantide, au climat désertique dans ses régions centrale et occidentale [1], se morcela tout d'abord du côté des Antilles par un effondrement partiel qui dut créer une large fosse, grossièrement jalonnée par la Floride, les îles Bahama, les grandes et les petites Antilles, ces terres restant à l'ouest de cette fosse.

Une communication par mer exista dès lors entre les Antilles et les côtes de Guinée, ce qui explique la distribution géographique actuelle des Madréporaires à San-Thomé et aux Bermudes, et l'existence de Mollusques marins, communs aux Antilles et aux côtes du Sénégal.

Après ce premier effondrement, il subsista, dans l'Atlantique moyen, une aire continentale aux vastes proportions, reliée, d'une part, à la péninsule ibérique et, d'autre part, à la Mauritanie. A une époque relativement récente, et probablement pliocène, ce continent s'abîma dans l'océan en ne laissant émerger qu'une île très vaste qui se dissocia pour donner naissance à l'archipel du Cap Vert, à Madère, aux Canaries et, enfin, aux Açores. C'est la tradition orale de cette dernière phase du morcellement de l'Atlantide que les anciens, et surtout Platon, ont relatée dans leurs écrits.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les mélanines.*
Note de M. **Maurice Piettre**, présentée par M. A. Laveran.

Nous avons été conduits, après nos recherches antérieures, à étudier des mélanines d'autres origines, mélanine de seiche et mélanines artificielles.

I. *Mélanine de seiche.* — La matière première nous a été fournie par MM. Gessard et A. Vila. Il s'agissait de poches de noir recueillies avec grand soin sur des seiches (*Sœpia officinalis* Linné), puis séchées et conservées à cet état.

---

(1) Je ne puis insister ici sur les raisons d'ordre zoologique qui me font admettre ce fait.

Ces poches sont mises à macérer dans une solution aqueuse, ammoniacale à 6 pour 100, pendant 24 heures. La membrane d'enveloppe peut être détachée et éliminée en totalité. Le contenu noir est pulvérisé, lavé à l'ammoniaque étendue, puis à neutralité à l'eau et séché.

Une partie (36g) est traitée au bain d'huile par une solution aqueuse sulfurique à 34 pour 100 d'acide, pendant 60 heures. On filtre et on lave le résidu pigmentaire insoluble (25g). Dans les eaux d'hydrolyse, SO^4H^2 est neutralisé à la baryte; après concentration dans le vide, puis au bain-marie, on isole, des traces de tyrosine cristallisée, 0g,455 de leucine cristallisée et 6g d'acides amidés amorphes.

Une deuxième portion (60g) est traitée, en autoclave, à 12kg de pression, pendant 50 heures, avec de la soude à 10 pour 100. Suivant la technique déjà décrite, on sépare 0g,155 d'alanine cristallisée et 4g,95 d'acides amidés amorphes.

Le noyau pigmentaire, noir jais, très soluble dans les alcalis, possède la composition suivante, les cendres déduites :

		C.	H.	N.	S.
Pigment après hydrolyse alcaline	I....	58	3,39	11,29	0,42
	II...	57,49	3,31	10,98	0,48

II. *Mélanines artificielles.* — Ces matières ont été préparées d'après la technique suivante, inspirée par Gessard, qui nous a très aimablement prêté son concours :

A une solution aqueuse stérile de tyrosine cristallisée fournie par M. Macquaire et purifiée, on mêle un volume connu d'extrait glycériné de russule (*Russula delica* Fr.). Après un contact de 36 à 48 heures à la température du laboratoire, on ajoute de petites quantités de $CaCl^2$; le produit noir obtenu est recueilli sur trompe, lavé et séché.

Expérience I. — On part de 7l d'une solution aqueuse de tyrosine (0g,5 pour 100), répartie par litre dans des ballons Fernbach. Dans chacun on verse 25cm³ d'extrait de russule; on laisse en contact 44 heures en agitant fréquemment. 2cm³ de $CaCl^2$ à 10 pour 100 sont ajoutés sans chauffage. Après 48 heures, on réunit les liquides, on décante les eaux claires sur filtre à succion, puis les flocons noirâtres, qui sont lavés à l'eau distillée chaude, jusqu'à absence de réaction des chlorures. La mélanine séchée, pulvérisée, pèse 1g,180.

Expérience II. — On engage de la même façon : tyrosine 4g, extrait de russule 100cm³. On obtient 2g,355 de mélanine.

Expérience III. — 3g,957 de tyrosine et 100cm³ d'extrait donnent 1g,09 de substance noire.

En ne tenant compte que de la tyrosine (le poids de la diastase doit être théoriquement négligeable), on constate un écart notable entre le poids de la tyrosine vraiment utilisée et le rendement en mélanine. Nous avons donc recherché la proportion de tyrosine non entrée en réaction.

Pour cela, après séparation du précipité mélanique, on distille les eaux dans le vide, jusqu'à ce qu'il ne reste que la glycérine; on ajoute alors un grand volume d'alcool fort qui précipite la plus grande partie de la tyrosine, le reste se dépose peu à peu.

On a ainsi le Tableau suivant :

	Tyrosine engagée.	Extrait sec de russule [1].	Tyrosine récupérée.	Mélanine.
	g	g		
Expérience I	2	0,247	0,98	1,18
Expérience II	4	0,4944	1,92	2,355
Expérience III	3,457	0,4326	2,635	1,09

La totalité des précipités mélaniques ($4^g,682$) est hydrolysée à l'aide d'une solution sulfurique à 27 pour 100 d'acide, au bain d'huile, pendant 42 heures.

Dans les eaux, absence totale de tyrosine; on isole $0^g,045$ d'un produit cristallisé qui, par ses caractères, paraît être de la leucine, et $0^g,063$ de produits solubles amorphes.

La partie pigmentaire insoluble pèse $3^g,80$; on la soumet à l'hydrolyse alcaline, qui permet de séparer des traces de produits azotés solubles.

Le résidu noir ($2^g,798$) donne à l'analyse, moins les cendres :

	C.	H.	N.
I	57,84	3,89	8,54
II	58,47	3,55	8,13

III. Les mélanines artificielles, préparées d'après la méthode décrite plus haut, contiennent donc un noyau albuminoïde apporté par l'extrait de russule.

En outre, l'analogie de composition élémentaire et de propriétés chimiques du groupe pigmentaire obtenu par hydrolyse (auquel nous proposons de donner le nom de *mélaïnines*), conduit à rapprocher les trois pigments étudiés. Ce rapprochement avait d'ailleurs été établi par de très nombreuses recherches biologiques.

Bourquelot et Bertrand, les premiers, signalent qu'il existe dans le suc de russule un corps cristallisé apte à donner des substances noires sous l'influence d'un ferment oxydant. Bertrand révèle la nature intime du

---

(1) Cet extrait est obtenu en traitant un volume donné d'extrait glycériné de russule par de l'alcool; le précipité albumineux est filtré, lavé à l'alcool et séché.

phénomène, oxydation de la tyrosine par une diastase nouvelle, la *tyrosinase*. Gessard montre l'importance des sels et notamment des alcalino-terreux dans la précipitation des mélanines artificielles.

Dans les produits animaux, Biedermann retrouve une tyrosinase dans les larves du *Tenebrio molitor;* Otto-V. Furth et Hugo Schneider dans les larves des Lépidoptères. Ces deux derniers auteurs concluent à une identité d'origine des mélanines chez tous les êtres vivants. Przibram vérifie cette hypothèse sur le noir de seiche, et Gessard sur le pigment mélanique des tumeurs de cheval.

Conclusion. — Nos recherches ajoutent à la conception classique des mélanines une notion nouvelle : celle d'une condensation de groupes albuminoïdes plus ou moins complexes, avec la substance passible de l'action diastasique.

Dès lors, on conçoit la possibilité de substitutions dans le groupe albuminoïde. Il en résultera, par suite, des variations dans la teneur en certains éléments, suivant les différentes albumines.

Nos expériences en fournissent des exemples avec le pigment mélanique des tumeurs du cheval, riche en fer et en soufre, et avec la mélaïne de seiche, relativement très pauvre en ces éléments.

Ces faits peuvent donner la clef de certaines divergences dans la composition de diverses mélanines.

PATHOLOGIE. — *Mécanisme des troubles généraux ou locaux de la circulation artérielle engendrant l'artério-sclérose générale ou locale.* Note de M. A. MOUTIER, présentée par M. d'Arsonval.

Les anomalies de circulation artérielle sont décelées par des instruments dits *sphygmomanomètres*, *sphygmomètres* ou *oscillomètres*. Quelle que soit leur construction, le but essentiel de ces instruments est de déterminer, comme l'a énoncé en termes presque identiques M. Doumer [1], *la force minimum de compression qu'il est nécessaire d'appliquer sur une artère pour arrêter le flux pulsatif dans cette artère* [2].

---

[1] *Comptes rendus du Ve Congrès international d'Électrologie et de Radiologie médicales, Barcelone*, 1910, p. 46.

[2] Dans certains cas, ces instruments servent à des mesures prises avant l'arrêt du pouls par compression. La présente Note ne vise pas ces emplois spéciaux, non plus que les conséquences que certains expérimentateurs ont cru devoir en déduire.

Il est bien évident que deux éléments et deux éléments seulement peuvent faire varier cette *force minimum de compression :* 1° la pression du flux sanguin dans l'intérieur de l'artère; 2° l'élasticité du tube artériel.

On s'est habitué, en général, à considérer le second élément comme négligeable et à prendre cette *force minimum de compression* pour la mesure même de la pression manométrique du sang à l'intérieur de l'artère.

Dans ma Communication à l'Académie des Sciences (t. 150, 1910, p. 1138), j'ai décrit une expérience qui établit que cette conception est erronée et que, tout au contraire, dans les cas pathologiques usuellement traités et sauf bien entendu des espèces exceptionnelles, *la force minimum de compression est exclusivement fonction de l'état élastique de la conduite artérielle et est en réalité indépendante de la pression manométrique.*

En d'autres termes, les instruments révèlent uniquement les anomalies dans cette élasticité spéciale des artères, qu'on pourra appeler l'*élasticité vivante des artères.* Ils ne donnent pas d'indication sur les troubles qui peuvent s'être développés simultanément dans la pression artérielle proprement dite.

Voici cette expérience :

Si l'on prend un malade dit *hypotendu*, on trouve, sur les artères des deux poignets, la même *force minimum de compression.* Elle est inférieure à la normale que possédait antérieurement le sujet. Si l'on vient à exciter la région de l'artère de l'un des deux poignets, soit par un courant électrique, soit par un simple frottement, on ramène à sa valeur antérieure, c'est-à-dire à la normale, la *force minimum de compression* correspondant à cette artère. Mais l'artère de l'autre poignet ne montre aucun changement.

Le frottement de la peau en des points voisins d'une artère n'a pas affecté la pression manométrique générale du sang. Cela peut paraître évident *a priori*, mais il n'est pas nécessaire de faire état de cette évidence, car si la pression eût été affectée, il y aurait eu répercussion du phénomène sur l'artère de l'autre poignet. Donc, il est bien vrai que le second élément de variation de la *force minimum de compression*, qui est l'élasticité de l'artère, est le seul dans cette expérience qui ait produit une variation des indications instrumentales.

Cette expérience constate donc que, quand la pression manométrique n'a pas été exposée à varier, les indications de l'instrument sont déterminées uniquement par les variations de l'élasticité artérielle.

Une nouvelle expérience, qui fait avec ses conséquences l'objet de cette Note, complète la démonstration et montre que les indications des instruments sont bien indépendantes de la pression manométrique du sang, que

celle-ci soit ou non exposée à une variation de grandeur par les conditions de l'expérience.

Depuis le début de l'année 1909, je poursuis des applications locales de la d'arsonvalisation avec des solénoïdes de longueur réduite. (Notes à l'Académie des Sciences : *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 243 et 1630.)

J'ai observé qu'en prenant un des poignets d'un malade hypertendu et qu'en d'arsonvalisant ce poignet seulement, j'obtenais la réduction à la normale de la *force minimum de compression* correspondant à l'artère de ce poignet, sans qu'aucune modification pût être constatée sur l'artère de l'autre poignet.

Cette expérience complète donc la précédente en ce sens qu'elle est faite dans des conditions telles que la pression manométrique du sang est, en ce cas, exposée à une variation sous l'influence de la d'arsonvalisation. L'absence de répercussion dans l'artère de l'autre poignet établit donc bien : 1° que l'instrument ne décèle pas les variations de pression intérieure du sang, si elles existent; 2° que, quand il donne un chiffre différent du chiffre normal, cela indique une anomalie dans l'état d'élasticité de l'artère. Comme l'artério-sclérose est toujours accompagnée d'une indication instrumentale différente de celle caractérisant l'état de santé et que la d'arsonvalisation ramène à la normale ces mêmes indications, on peut en conclure : *a*, que l'artério-sclérose est toujours accompagnée d'un trouble d'élasticité artérielle ; *b*, que la d'arsonvalisation convenablement appliquée exerce une action directe, immédiate et normalisante sur les états anormaux d'élasticité artérielle caractéristiques de l'artério-sclérose.

Ces deux dernières constatations sont d'une importance capitale. Elles expliquent les effets instantanés de la d'arsonvalisation, non seulement dans l'artério-sclérose généralisée, mais aussi quand son emploi est limité à certaines parties du corps : gangrène des extrémités, maladie de Raynaud, etc.

La constatation de la relation entre l'élasticité artérielle et l'artério-sclérose nous montre le mécanisme initial et essentiel de l'artério-sclérose générale ou locale. Elle permet désormais de dire : 1° que l'artério-sclérose a pour origine un déséquilibrement des conditions normales de l'élasticité vivante des artères, lequel consiste très probablement dans une rupture de l'équilibre normal entre les nerfs vaso-constricteurs et les nerfs vaso-dilatateurs et que cette maladie devrait être plus proprement dénommée *artério-anélastose;* 2° que ce phénomène de déséquilibrement peut être, soit général dans tout le système artériel, soit local dans une de ses parties seulement; dans ce dernier cas, il peut donner naissance à une foule de mala-

dies d'origine aujourd'hui inexpliquée; 3° que la d'arsonvalisation, convenablement appliquée, rétablit l'équilibre de l'élasticité vivante des artères et guérit soit l'artério-sclérose générale, soit une des nombreuses maladies qui ne sont que des artério-scléroses locales.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les rapports des gaz rares entre eux et avec l'azote dans les grisous.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **A. Lepape**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Nous avons déterminé dernièrement les rapports, en volumes, du krypton à l'argon, du xénon à l'argon, du xénon au krypton et de l'argon à l'azote dans un grand nombre de gaz spontanés de sources thermales et dans un gaz volcanique. Ces divers rapports présentent un caractère de constance tout à fait évident, et leurs valeurs respectives moyennes sont très voisines (légèrement supérieures) des valeurs des rapports correspondants fournies par l'air atmosphérique. Cette constance remarquable nous a paru s'expliquer au moyen d'une hypothèse très simple qui, remontant jusqu'à la nébuleuse génératrice du système solaire, s'appuie sur l'inertie chimique des éléments en question [1], ainsi que sur leur faculté de conserver l'état gazeux dans un champ étendu de variation des conditions physiques (*Comptes rendus*, 27 mars, 29 mai, 16 octobre 1911).

Ayant eu l'occasion d'étudier, tout récemment, les gaz rares des grisous (*Comptes rendus*, 30 octobre 1911), nous avons recherché si, pour ces mélanges gazeux naturels, absolument différents de ceux qui ont fait l'objet de nos travaux antérieurs, on pouvait vérifier également la loi de constance que nous venons de rappeler.

A cet effet, nous avons calculé, pour les échantillons de grisous étudiés, le rapport argon-azote, et, par l'application de notre méthode spectrophotométrique de dosage du krypton et du xénon (*Comptes rendus*, 13 mars et 16 octobre 1911), nous avons pu aussi calculer approximativement les rapports krypton-argon, xénon-argon et xénon-krypton. Nous avons, en outre, pu déterminer les valeurs des mêmes rapports dans un échantillon d'argon *brut*, obligeamment mis à notre disposition par M. Th. Schlœsing fils, qui l'avait extrait des grisous de Ronchamp, Anzin et Plat-de-Gier (*Annales des Mines*, janvier 1897).

---

[1] Nous avons établi précédemment qu'au point de vue géologique, l'azote se comportait *sensiblement* comme un gaz inerte (*Comptes rendus*, 29 mai 1911).

Dans le Tableau suivant, nous indiquons les valeurs respectives, en volumes, de ces divers rapports; pour chacun d'eux, la valeur qu'il présente dans l'air atmosphérique est prise pour unité :

Provenance du grisou.	$\dfrac{\frac{Ar}{N}\text{(grisou)}}{\frac{Ar}{N}\text{(air)}}$.	$\dfrac{\frac{Kr}{Ar}\text{(grisou)}}{\frac{Kr}{Ar}\text{(air)}}$.	$\dfrac{\frac{Xe}{Ar}\text{(grisou)}}{\frac{Xe}{Ar}\text{(air)}}$.	$\dfrac{\frac{Xe}{Kr}\text{(grisou)}}{\frac{Xe}{Kr}\text{(air)}}$.
Liévin	1,38	1,4	1,2	0,9
Anzin	0,97	1	1,1	1,1
Lens	1,72	0,5	0,3	0,7
Mons (Belgique)	0,82	1,3	2,1	1,6
Frankenholz (Palatinat)	0,85	1,1	1,2	1,1
Gaz de M. Schlœsing	»	1	1	1

On voit que ces nombres, en général, sont voisins les uns des autres et s'éloignent relativement peu de l'unité (valeur de chacun des rapports pour l'air). Ils sont d'ailleurs tous (sauf trois des rapports du grisou de Lens) compris entre les limites extrêmes atteintes par les rapports correspondants des mélanges gazeux naturels étudiés précédemment (*loc. cit.*). Il nous paraît donc légitime d'affirmer que la loi de constance des rapports des gaz chimiquement inertes dans les mélanges gazeux naturels s'étend certainement aussi aux grisous. Nous devons rappeler, à ce sujet, que M. Schlœsing avait déjà observé que le rapport de l'argon *brut* à l'azote dans les grisous varie entre des limites peu étendues, et qu'il est quelquefois très voisin de la valeur qu'il présente dans l'air (*Annales des Mines*, janvier 1897, p. 35).

Bien que le nombre de nos échantillons soit restreint, nous ne pouvons cependant ne pas observer que la plupart des valeurs des rapports ci-dessus sont inférieures aux valeurs *moyennes* des rapports correspondants pour les gaz spontanés des sources thermales; les valeurs des rapports dans le grisou de Lens sont particulièrement faibles. Cette remarque nous conduit à penser que, en se diffusant à travers les couches de houille pour venir se mêler au grisou, l'azote *brut* souterrain (azote + gaz rares) a pu subir, de la part du charbon, une absorption sélective, qui a eu pour effet d'abaisser plus ou moins la valeur des proportions relatives des gaz rares *lourds*.

Quant à l'hélium, qui, de même que les autres gaz rares, existe toujours dans l'azote *brut* des grisous, et souvent en proportions très abondantes (*Comptes rendus*, 30 octobre 1911), son rapport avec l'un quelconque des autres gaz inertes ne manifeste aucun caractère de régularité. Nous savons que ce fait est général pour les mélanges gazeux naturels (Ch. Moureu et R. Biquard, *Comptes rendus*, 19 novembre 1906), et qu'il trouve sa raison

d'être en ce que l'hélium est perpétuellement engendré par la désintégration des substances radioactives, et que celles-ci sont très inégalement réparties dans l'écorce terrestre.

En résumé, les faits que nous venons d'exposer corroborent cette conclusion, déjà déduite par nous de l'étude de la composition qualitative et quantitative de l'azote *brut* des grisous, à savoir : que l'azote *brut* des grisous présente une analogie très frappante avec l'azote *brut* des autres mélanges gazeux naturels. Il résulte, en outre, de ces mêmes faits, une nouvelle extension de la loi de constance des rapports de certains éléments dans la nature que nous avons établie antérieurement, d'une part, et, d'autre part, un nouvel appui pour l'hypothèse que nous avons formulée en vue d'expliquer cette loi.

Il n'y a pas de doute que, dans l'univers, la constance des rapports d'éléments libres, *ne présentant entre eux aucun lien de filiation* (1), ne tienne :

1° A leur inertie chimique ;

2° A leur état gazeux dans de larges limites de température et de pression.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Le tremblement de terre du* 16 *novembre* 1911. Note de M. **Alfred Angot.**

Le tremblement de terre qui a ébranlé toute l'Europe centrale le 16 novembre dernier a donné, au Parc Saint-Maur, des tracés intéressants et tout à fait caractéristiques d'un tremblement de terre rapproché : période préliminaire courte et oscillations rapides.

Le début s'est manifesté à $21^h 26^m 58^s$ par des oscillations très petites, de période variable mais toujours brève ; on en distingue parfois trois ou quatre par seconde ; 1 minute après commencent les grandes oscillations, dont l'amplitude totale sur le tracé a atteint un moment 20^{cm} au sismographe Wiechert, sans qu'on puisse la mesurer exactement, car une des plumes a touché et peut-être dépassé le bord du papier. Puis l'amplitude des oscillations diminue, en même temps que la période s'allonge (de 4 secondes à 6 secondes). 12 minutes environ après le début, les dernières traces de mouvement se perdent dans l'agitation générale de la courbe qui était très grande alors, comme à toutes les époques de fortes perturbations atmosphériques.

(1) Cette restriction vise les corps radioactifs. On sait, notamment, que le radium est issu de l'uranium.

L'amplitude réelle du mouvement horizontal du sol à Paris a été de l'ordre de grandeur du millimètre; des objets suspendus auraient donc pu être mis en oscillation. Le baromètre à poids Richard, installé au Bureau météorologique, montre à ce moment un trait vertical de 2^{mm}.

La secousse a été marquée également sur les courbes du magnétographe du Val-Joyeux.

Les mouvements du sol ont été ressentis directement par la population dans tout l'est de la France, mais sans produire de dégâts. Une enquête permettra de délimiter ultérieurement la région où l'agitation a été perceptible. Elle m'a déjà été signalée jusqu'à Châlons-sur-Marne, Langres, Dijon et par trois personnes à Paris même.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 novembre 1911.

Observations de nébuleuses et d'amas stellaires, par M. G. Bigourdan, Membre de l'Institut; t. III, 1re Partie : *Observations différentielles* : $\text{IX}^h.0^m$ — $\text{XII}^h.0^m$. (Extr. des *Annales de l'Observatoire de Paris : Observations*.) Paris, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Étude sur le Lepidostrobus Brownii (*Unger*) *Schimper*, par M. R. Zeiller, Membre de l'Institut. (Extr. des *Mémoires de l'Académie des Sciences;* t. 52 [en cours de publication], n° 1.) Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Introduction à la théorie des équations intégrales, par Trajan Lalesco; avec une *Préface* de M. Émile Picard, Membre de l'Institut. Paris, A. Hermann et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 NOVEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Président donne lecture de la lettre suivante :

Paris, jeudi 23 novembre 1911.

Monsieur le Président et cher Confrère,

D'accord avec un sentiment maintes fois exprimé, j'estime que ce n'est pas par l'institution de nouveaux prix avec programme fixé d'avance que la cause du progrès scientifique peut être servie le plus efficacement. Sans doute il est excellent de récompenser de bons travaux, mais il importe plus encore de permettre à de tels travaux de naître, en écartant les obstacles qui peuvent paralyser la bonne volonté des chercheurs et dont le principal est, en général, la question budgétaire.

Pénétré de cette pensée, j'avais créé le Fonds Bonaparte en 1908. Désireux de continuer cette œuvre, je viens mettre de nouveau à la disposition de l'Académie une somme de *deux cent cinquante mille francs*, non à titre de capital, mais sous la forme de cinq annuités destinées à être rapidement employées dans l'esprit que je viens d'indiquer ; c'est-à-dire qu'écartant toute idée de récompense pour des travaux déjà exécutés quel qu'en puisse être le mérite, mon intention est que cette somme serve à provoquer des découvertes en facilitant les recherches des travailleurs ayant déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui, n'appartenant pas à notre Académie, manqueraient de ressources suffisantes pour entreprendre ou pour poursuivre leurs investigations.

Je prie donc l'Académie de vouloir bien attribuer en 1912, 1913, 1914, 1915 et 1916 ces nouvelles annuités de la même manière qu'elle l'a déjà fait au cours des années précédentes pour les annuités antérieures du Fonds Bonaparte.

Aimant par-dessus tout les études scientifiques, je serais heureux, et mon but serait atteint, si je pouvais ainsi contribuer à augmenter la somme de nos connaissances positives.

Veuillez agréer, Monsieur le Président et cher Confrère, l'assurance de mes dévoués sentiments.

ROLAND BONAPARTE.

Après cette lecture, M. le **PRÉSIDENT** ajoute ces mots :

« Messieurs, je pense que je n'ai pas à demander à l'Académie de donner son approbation à la nouvelle libéralité que le Prince Roland Bonaparte nous offre aujourd'hui. Elle accepte ce don avec reconnaissance.

» Non content de continuer à aider, comme il l'a fait depuis quatre années, les jeunes savants qui peuvent être arrêtés dans leurs recherches par des difficultés matérielles, notre Confrère double la somme qu'il met à leur disposition en la portant, pour cinq ans encore, à 50000^{fr} par an. Le nombre et la valeur des travaux que ses dons ont déjà permis de poursuivre dans les quatre années qui viennent de s'écouler nous permettent d'augurer qu'il en sera mieux encore pour la nouvelle période qui va s'ouvrir en 1912.

» Avec son Président, l'Académie et la Science française remercient grandement le Prince Roland Bonaparte de sa généreuse et précieuse initiative. »

PHYSIQUE MÉTÉOROLOGIQUE. — *Sur un spectre météorique de la Tour Eiffel observé en* 1900. Note de M. **A. CHAUVEAU.**

Au début du printemps de 1900, l'année de la dernière Exposition universelle, avant l'achèvement complet des travaux, un hasard heureux m'avait permis d'observer ce phénomène (un fantôme de la tour Eiffel dessiné sur le ciel) dans des conditions tout particulièrement favorables à son déterminisme. J'en fis part ici, pendant la séance qui suivit, à plusieurs de nos confrères compétents, particulièrement à Mascart et

Duclaux. Ce dernier surtout s'intéressa à mon exposition et aux grossiers croquis dont je m'aidai pour mieux me faire comprendre. L'un et l'autre reconnurent avec moi que le phénomène en question n'était point un effet de mirage, mais une forme de *spectre du Brocken*. Toutefois, ils ne purent se mettre complètement d'accord sur le mécanisme qui avait imprimé aux rayons solaires la déviation nécessaire à la projection sur le ciel des objets qu'ils éclairaient. Obligé de renoncer à leur collaboration pour la rédaction et la communication des faits intéressants que j'avais observés, je ne voulus pas m'exposer, en assumant seul la responsabilité de leur publication, aux risques que m'aurait fait courir mon incompétence. Ces faits furent mis par moi complètement de côté.

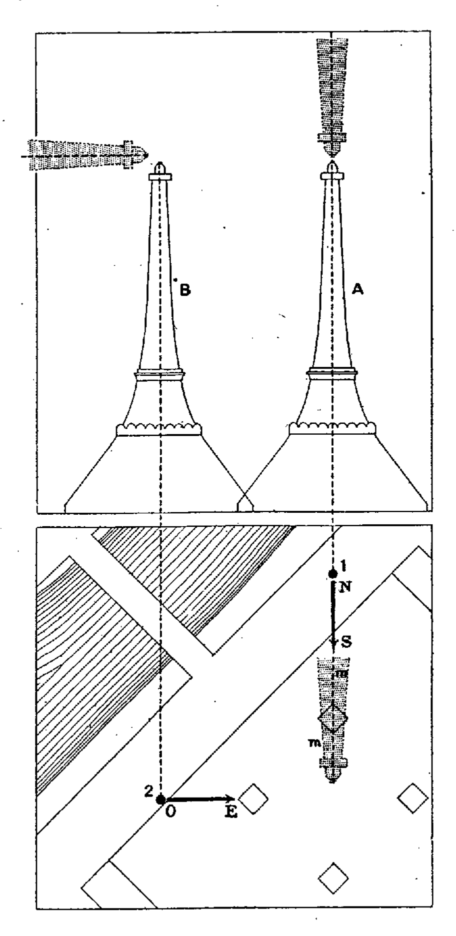
Diverses circonstances m'ont rappelé, ces temps-ci, mon observation de jadis. Je citerai particulièrement un article publié par notre illustre confrère de l'Académie des Beaux-Arts, M. Saint-Saëns, dans l'*Écho de Paris* du 22 octobre. Un revirement s'est opéré dans mon esprit. J'estime maintenant que j'ai le devoir de mettre tout amour-propre de côté et de ne rien céler aux météorologistes des faits de mon observation, dont la connaissance peut leur être utile. Ce sont surtout les détails qui importent dans ces faits. Je ne puis malheureusement, faute de place, en faire ici l'histoire complète. On la trouvera dans l'un des prochains fascicules de la *Revue scientifique*.

Pour simplifier et faciliter mon exposition, j'ai cru bon de reproduire, légèrement améliorés, les croquis exécutés en 1900 sous les yeux de Duclaux. La figure où cette reproduction est réalisée se compose de deux parties : *en bas*, c'est le plan de l'emplacement de la tour Eiffel, situé dans le prolongement du pont d'Iéna, jeté sur la Seine; *en haut*, se trouvent les schémas représentant le météore et ses rapports avec le monument dont il est l'image. Je commence ma description.

Ma première observation a été faite *vers midi*, sur le quai d'Orsay, en amont du pont d'Iéna, pas bien loin de l'entrée de l'avenue de La Bourdonnais, dans le point marqué 1 sur le plan. Ce point se trouvait placé dans le prolongement d'une ligne qui aurait réuni les deux piliers nord et sud de la tour Eiffel. Donc, de ce point, en levant les yeux au ciel dans la direction du Sud, on rencontrait nécessairement le sommet du monument. Or il m'arriva d'y trouver en plus cette chose tout à fait imprévue : une seconde tour Eiffel, semblant dressée, la tête en bas, directement et immédiatement au-dessus de la tour réelle. Image incomplète, en ce sens qu'elle ne comprenait guère que le tiers supérieur de la tour Eiffel, comme le montre le schéma A. Mais, image nettement imprimée sur la brume légère qui, à ce moment, régnait à perte de vue dans les régions de l'atmosphère où plongeait la tête du monument.

2 ou 3 minutes après cette constatation, je me trouvais transporté au point 2, situé à 240 mètres environ du point 1, toujours sur le quai d'Orsay, mais en aval

du pont d'Iéna. Et alors le météore se présentait de tout autre manière que dans ma première station. L'image météorique qui se dessinait sur le ciel, quand je regardais le sommet de la tour Eiffel, se montrait couchée devant moi, à peu près horizontalement, en formant avec celle-ci un angle sensiblement droit, réunissant la tête du monument et celle de son image (schéma B). Le corps de cette dernière se dirigeait dans le ciel à ma gauche, c'est-à-dire directement au Nord.



Dans les deux cas, c'était bien le même météore qui apparaissait, fixe dans sa forme, sa place, son orientation, malgré les prodigieuses différences d'aspect qui s'y manifestaient. Forme, place et orientation ont été figurées par terre, dans le plan, en *mm*, c'est-à-dire dans la position correspondant à celle que le météore occupait dans l'atmosphère. Deux flèches épaisses, partant de chacun des deux points d'observation, l'une allant de l'Ouest à l'Est, OE (n° 2), l'autre du Nord au Sud, NS (n° 1), indiquent la direction du regard par rapport à celle du météore. Il est facile de comprendre que, dans ces deux cas, la rencontre de l'objet observé avec l'œil de l'observateur ne comporte pas les mêmes résultats physiologiques.

Ainsi, dans le cas n° 2, l'image de la tour Eiffel, orientée du Sud au Nord, sur son écran de brume, vue de l'Ouest à l'Est, était croisée transversalement par la ligne de direction du regard. Elle se trouvait ainsi dans les meilleures conditions pour une observation exacte de l'angle que formait cette image, en réunissant son sommet, dirigé au Sud, avec celui de la tour Eiffel, tourné vers le zénith.

Mais dans le cas n° 1, où ladite image était regardée du Nord au Sud, l'observateur n'était plus placé aussi favorablement pour l'appréciation des rapports que l'édifice du Champ de Mars entretenait avec l'image qu'il projetait sur le ciel. En effet cette image et son modèle, l'angle formé par leur réunion, enfin la ligne de vision qui reliait le météore à l'œil de l'observateur se trouvaient compris dans le même plan vertical, de direction sud-nord. C'est une condition qui exposait la ligne axiale du météore (ligne horizontale) à être prise pour le simple prolongement de celle de l'objet réel (ligne verticale).

L'erreur était d'ailleurs rendue d'autant plus facile que, dans le lointain relatif où l'image de la tour Eiffel s'imprimait sur le ciel brumeux, la perception des effets de relief et de profondeur s'émoussait prodigieusement. Cet émoussement rendait à peu près inévitable la méprise à commettre sur la détermination de la place qu'occupait dans le ciel la base du tronçon pyramidal de l'image météorique, par rapport à son sommet. La ligne de direction du regard situait alors nécessairement celui-ci au-dessous de celle-là. C'était plus qu'il n'en faut pour qu'un observateur non averti crût voir la partie basale de l'image météorique tournée vers le zénith et non vers le Nord, c'est-à-dire du côté de l'observateur, comme cela était en réalité.

Si le tronc de cette ombre pyramidale, occupant le même plan vertical que l'observateur, s'était assez prolongé de son côté pour passer au-dessus de sa tête, peut-être n'aurait-il pu se créer cette illusion. Il n'était pas nécessaire, mais il eût été intéressant de s'en assurer directement, en gagnant le pilier nord de la tour et en se plaçant ainsi juste au-dessous du météore, qui dépassait sensiblement ce point, en se dirigeant vers le Nord. Malheureusement l'accès du pied de la tour m'était interdit.

Toutes ces constatations furent aussi nettes que faciles. Il me reste à en signaler une dernière qui est du plus haut intérêt pour la détermination complète du mécanisme du phénomène.

Pendant son éphémère durée, au cours de mes divers examens, j'avais pu m'assurer que toutes les pièces de la charpente de la tour Eiffel qui étaient exposées au midi, dans la partie supérieure du monument, celle que représentait exclusivement le météore, se trouvaient assez vivement éclairées par le Soleil. Même dans ma première station, au nord de la tour, cet éclairement, malgré ma position désavantageuse, à l'opposite des surfaces frappées par les rayons solaires, se manifestait encore avec netteté, grâce à un léger empiétement marginal de ces rayons, à la limite des surfaces qui les recevaient directement. Toutes les particularités, tous les détails de l'observation démontrent surabondamment que cet éclairement particulier de la partie supérieure de la tour Eiffel a joué, avec l'état brumeux du ciel, le rôle essentiel dans la formation de son image météorique. Cette image n'était qu'une ombre portée reçue par l'écran que le ciel représentait alors. Pour la formation de la projection de cette ombre, on peut affirmer hardiment que les choses se sont passées *comme si* les rayons lumineux, causes de l'éclairement, source de l'ombre, au lieu de venir d'en haut,

étaient partis d'en bas. Mascart et Duclaux le reconnaissaient avec moi volontiers.

Où et comment s'était opéré ce changement nécessaire de direction des rayons solaires? Duclaux pensait tout simplement que ces rayons avaient pu se réfléchir sur la surface d'une lointaine masse d'eau, située au sud de la tour Eiffel, et être renvoyés contre la partie supérieure de celle-ci, en se mouvant dans un plan vertical sud-nord, sous le voile horizontal de fine brume dont j'ai signalé l'existence. Mascart acceptait la même intervention d'un lointain miroir. Il la trouvait, du reste, insuffisante et la compliquait de certains mécanismes complémentaires que Duclaux désirait écarter. Mais les plans et les cartes géographiques ne décelaient nulle part, dans la direction indiquée, l'existence d'une masse aqueuse qui aurait pu remplir le rôle de miroir réflecteur. De plus, la situation, dans le ciel, de l'ombre projetée, son grand rapprochement de la construction d'où elle émanait, l'étroitesse de la réunion angulaire des deux objets imposaient, me semble-t-il, l'obligation de chercher, non pas loin mais assez près de la région supérieure de la tour Eiffel, le lieu de changement de direction des rayons solaires. Ce lieu ne pouvait-il être les couches mêmes de l'air entourant cette partie supérieure du monument, couches dans lesquelles commençait à apparaître la brume raréfiée qui, plus haut, formait l'écran récepteur de l'ombre? Pourquoi les couches moins élevées ne se seraient-elles pas trouvées au moment opportun dans les conditions propres à la production de la réfraction et de la réflexion totale des rayons solaires? Ces rayons alors, en arrivant obliquement de bas en haut et du Sud au Nord sur la tour Eiffel, en auraient réalisé l'éclairement de la manière la plus favorable à la création de l'ombre que le monument projetait dans l'atmosphère et qui, dans les conditions spéciales où s'opérait cette création, se présentait si bien avec toutes les caractéristiques des *spectres du Brocken*.

Voilà mon explication, telle que je l'avais, dans le temps, exposée à Duclaux et à Mascart. Si je la reproduis ici, ce n'est pas pour en recommander l'adoption aux gens compétents. Le physiologiste que je suis ne se sent pas qualifié pour prendre vis-à-vis d'eux cette attitude. Je continue seulement à leur exposer cette explication, non plus en *a parte* cette fois, mais tout à fait ouvertement. Ne fait-elle pas partie intégrante des documents dont je me suis reconnu le devoir d'effectuer la publication, *sur le spectre météorique de la tour Eiffel observé en* 1900? Au point de vue des intérêts scientifiques que cette publication a l'intention de servir, je n'avais pas le droit de rester incomplet.

Quand il s'est agi des *affirmations* à produire, je n'ai pas hésité à en prendre la responsabilité, parce qu'elles découlaient directement des faits et que j'avais l'assentiment de météorologistes tout particulièrement autorisés, Duclaux et Mascart.

Il y a intérêt à faire réapparaître ces affirmations résumées et coordonnées dans les propositions finales qui suivent :

1° *Le météore vu au Champ de Mars en* 1900 *n'était pas une image virtuelle*

de la tour Eiffel, paraissant se réfléchir dans le ciel sous l'influence de la réalisation accidentelle des conditions de production du mirage.

2° *Ce météore consistait en une ombre véritable de la tour Eiffel, dont la partie supérieure, éclairée du côté Sud, projetait sa silhouette du côté Nord, au voisinage immédiat de son sommet, sur l'espèce de voile horizontal que formait alors la brume atmosphérique, à la hauteur de ce sommet.*

3° *L'ombre ainsi projetée apparaissait sous une forme, en une place et avec une orientation fixes, à la manière d'un* SPECTRE DU BROCKEN. *Cette ombre se montrait couchée à peu près horizontalement, dans l'orientation SN. Par sa tête, tournée au midi, elle touchait celle de la tour Eiffel, dirigée vers le zénith. Le point de réunion formait ainsi une sorte d'angle droit ayant pour côtés, d'une part, la ligne horizontale représentant l'axe de l'ombre, d'autre part, la ligne verticale formant l'axe de l'objet réel.*

4° *Tous ces caractères de l'ombre de la tour Eiffel se révélaient avec leur summum de netteté, quand la direction du regard croisait transversalement celle du météore : par exemple, lorsque l'observateur, placé à l'ouest du plan vertical où l'ombre s'allongeait vers le Nord, la regardait en se tournant vers l'Est. En se plaçant dans ce plan lui-même et tournant le dos au Nord, l'observateur n'était plus aussi favorisé. Son regard, dirigé vers le point de contact de l'objet réel et de son ombre, n'était pas assuré de saisir d'emblée l'union angulaire de leurs lignes axiales. Celle de l'ombre pouvait alors être facilement prise pour le prolongement simple de la ligne axiale du monument vrai. D'où l'illusion d'une tour Eiffel vue la tête en bas.*

Au fond, ce n'est là qu'un cas particulier des changements d'apparences qui résultent nécessairement des déplacements de l'observateur, par rapport aux objets observés.

5° *La manière dont l'ombre se présentait, quand elle était vue dans les conditions les plus favorables à une observation correcte, indique que les rayons solaires, source première du météore, opéraient l'éclairement de la tour, en abordant celle-ci du Sud au Nord et de bas en haut.*

6° *Cette déviation de la lumière, étant donné le très proche voisinage de la tour et de son ombre, s'effectuait certainement en un point peu éloigné du monument. C'était peut-être dans les couches mêmes de l'air légèrement brumeux où plongeait sa partie supérieure. Il appartient aux météorologistes de dire si ces couches d'air ont pu être, en la circonstance présente, le siège de phénomènes de réfraction et de réflexion totale, capables d'imprimer aux rayons solaires la direction jugée indispensable à la production de l'éclairement qui a permis à la tour Eiffel de projeter son ombre sur le ciel.*

M. **Yves Delage** fait hommage à l'Académie de la treizième année (1908) de l'*Année biologique*, publiée sous sa direction.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Eugène Tisserand*, élu Académicien libre.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 46,

M. Leclainche obtient	. . . .	41 suffrages
M. Imbeaux	»	4 »
M. Neumann	»	1 suffrage

M. **Leclainche**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

La Fata-morgana; par M. F.-A. Forel.

La *Fata-morgana* des physiciens du détroit de Messine a-t-elle été correctement interprétée ? En a-t-on même un tableau suffisant? En connaît-on les conditions d'apparition ? Des descriptions trop discordantes que nous en possédons, il paraît que le phénomène consiste en l'image inattendue de villes étranges, châteaux et palais, qui se montrent, sans cause évidente, sur une plage bien connue pour être déserte, qui disparaissent bientôt sans laisser de trace.

En 1854, Charles Dufour a reconnu ce phénomène dans des apparitions que nous voyons chaque printemps sur notre Léman. J'essaierai d'en préciser les conditions et les allures.

Ce que nous appelons la *fata-morgana* n'apparaît que dans l'après-midi

des belles journées du printemps ou de l'été. Le spectateur placé sur la rive, l'œil à quelques mètres au-dessus du lac, peut voir alors sur la côte opposée, à une distance de 10^{km} à 40^{km}, un spectacle irréel, une bande horizontale de rectangles juxtaposés, de teintes et d'éclairage variés. On dirait d'une falaise gigantesque bordant le lac ; on dirait des quais d'une grande cité avec les massifs de ses maisons et de ses quartiers. Cette bande, la *zone striée*, mesure de 5 à 10 minutes de degré de hauteur ; elle occupe une largeur de 10° à 20° sur le tableau d'arrière-plan.

Elle est limitée, en bas, par le plan du lac, en haut par une ligne horizontale. Son lieu d'apparition n'est pas constant, tantôt ici, tantôt là ; il n'est pas fixe et immobile, il se déplace lentement vers la droite et vers la gauche. En une heure de temps, il aura parcouru toute la largeur du tableau du lac.

Les conditions météorologiques de cette apparition sont :

1° Le temps doit être au grand beau, l'air calme ou à peine agité par quelques souffles légers.

2° La température de l'air doit varier, dans la même journée, par rapport à celle de l'eau ; être d'abord plus froide, puis, se réchauffant plus vite qu'elle, s'élever au-dessus de la température de surface du lac. Cette succession d'air plus froid, puis d'air plus chaud que l'eau sous-jacente, n'a lieu que dans la fin du printemps et dans l'été de nos climats tempérés.

3° Avant la fata-morgana, dans la matinée, l'air refroidi pendant la nuit précédente était moins chaud que le lac ; ses couches inférieures reposant sur une eau chaude présentaient une stratification thermique *inverse*, amenant une courbe de réfractions à concavité supérieure. Cela étant, les rayons tangents à la surface du lac offraient le type des *réfractions sur eau chaude*, à savoir : horizon apparent du lac déprimé, notablement plus bas que l'horizon vrai ; cercle de l'horizon apparent trop rapproché ; exagération de la rotondité de la Terre qui devient évidente à l'œil ; phénomène de mirage (mirage du désert) pour les objets bas sur l'eau, situés au delà du cercle de l'horizon.

4° Après la fata-morgana, à la fin de l'après-midi, l'air étant plus chaud que la surface de l'eau et la stratification thermique étant de type *direct*, avec courbe de réfractions à concavité inférieure, nous avons le spectacle des *réfractions sur eau froide* : horizon apparent plus élevé que l'horizon vrai ; surface du lac paraissant concave ; cercle de l'horizon éloigné ; apparition des zones inférieures à la côte opposée, normalement cachées par la rotondité de la Terre.

C'est au moment où se fait le passage des réfractions sur eau froide, succédant aux réfractions sur eau chaude, qu'apparaît la fata-morgana. Une partie du lac est encore occupée par les dernières, quand les premières sont déjà développées sur une autre partie. L'étude des faits observés peut se résumer comme suit :

1° La fata-morgana se voit entre les deux régions où règnent les réfractions opposées, celle où existent encore les réfractions sur eau chaude de la matinée, celle qui est déjà envahie par les réfractions sur eau froide de l'après-midi.

2° La limite inférieure de la zone striée de la fata-morgana se continue avec la ligne surbaissée de l'horizon apparent des réfractions sur eau chaude; la limite supérieure avec la ligne surélevée de l'horizon des réfractions sur eau froide.

3° Le déplacement de la fata-morgana se fait toujours dans un sens déterminé, à savoir de la région où règnent déjà les réfractions sur eau froide, vers celles où règnent encore les réfractions sur eau chaude. Ce sont les réfractions sur eau froide qui envahissent la scène et l'occupent de plus en plus.

4° Quand j'ai pu surprendre le lieu de première apparition de la fata-morgana, je l'ai toujours vue à l'une des extrémités du tableau de la côte opposée.

En combinant ces quatre groupes d'observations, j'arrive aux conclusions :

I. Que la fata-morgana se voit au lieu où se fait la transformation d'un type à l'autre des réfractions, des réfractions sur eau chaude de la matinée, aux réfractions sur eau froide de l'après-midi;

II. Que, dans ce lieu, l'œil placé à hauteur convenable aperçoit simultanément, et en superposition, l'horizon surbaissé des réfractions sur eau froide et l'horizon surélevé des réfractions sur eau froide;

III. Que les objets éclairés du bord inférieur de la côte opposée, étirés en hauteur entre les deux lignes simultanément visibles de l'horizon du lac, se montrent sous la forme des rectangles juxtaposés de la zone striée de la fata-morgana.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Mission Pavie. *Indo-Chine* 1879-1895. *Géographie et voyages*. VI. *Passage du Mé-Khong au Tonkin* (1887 *et* 1888), par Auguste Pavie.

2° *Résultats de la mission géologique et minière du Yunnan méridional* (septembre 1903 à janvier 1904), par H. Lantenois. (Présenté par M. H. Douvillé.)

3° *Contribution à la Carte géologique de l'Indo-Chine. Paléontologie*, par H. Mansuy. (Présenté par M. H. Douvillé.)

4° *Contribution à l'étude géologique de l'Indo-Chine*, par G. Zeil, H. Lantenois et René de Lamothe. (Présenté par M. H. Douvillé.)

5° *Les Orchidées cultivées* (fasc. 2) et *Atlas des Orchidées cultivées* (fasc. 3 et 4), par Julien Costantin. (Présenté par M. Ed. Perrier.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces minima engendrées par une hélice circulaire.* Note de M. E. **Barré**, présentée par M. P. Appell.

D'après les résultats que j'ai présentés antérieurement (*Comptes rendus*, juillet 1907), toutes les surfaces minima engendrées par une hélice circulaire peuvent être représentées en coordonnées rectangulaires par les équations

$$(1) \qquad x = X + \rho\cos\theta, \qquad y = Y + \rho\sin\theta, \qquad z = Z + K_0\theta,$$

dans lesquelles K_0 est une constante et X, Y, Z sont trois fonctions de ρ admettant pour dérivées respectivement chacune des trois fonctions de ρ, u, v, w, définies par les trois équations différentielles :

$$(2) \quad \begin{cases} [K_0 u' - \rho(v'w - w'v) + 2vw](\rho^2 + K_0^2) + K_0\rho\, u(u^2 + v^2 + w^2 - 1) = 0, \\ [K_0 v' + \rho(u'w - w'u) - 2uw](\rho^2 + K_0^2) + K_0\rho\, v(u^2 + v^2 + w^2 - 1) = 0, \\ [K_0(u'v - v'u) + \rho w'](\rho^2 + K_0^2) + 2wK_0^2 + w\rho^2(u^2 + v^2 + w^2 + 1) = 0. \end{cases}$$

A la vérité cette représentation laisse échapper le cas où la génératrice est indéformable (ρ constant), mais la seule surface à laquelle conduit cette hypothèse est la surface de vis à filet carré qu'on retrouve comme solution particulière résultant des équations (1) et (2). On obtient ainsi trois modes de génération de cette surface au moyen d'hélices circulaires. Je ne m'y arrêterai pas. Nous avons indiqué dans les *Comptes rendus* précités diverses solutions particulières de la question ; la présente Note a pour objet de les donner toutes.

Le problème revient en définitive à intégrer le système (2).

A cet effet je pose

$$(3) \qquad u = \lambda\cos\varphi, \qquad v = \lambda\sin\varphi,$$

et je suis conduit aux équations

$$(4)\quad \begin{cases} K_0\lambda\varphi' = \lambda(2w + \rho w') - \lambda'\rho w, \\ (K_0^2 + \rho^2 w^2)\lambda' - \lambda\rho^2 w w' + \lambda\rho\left[\dfrac{K_0^2(\lambda^2 - 1) - w^2(2\rho^2 + K_0^2)}{\rho^2 + K_0^2}\right] = 0, \\ \lambda\rho w\lambda' + \rho(1 - \lambda^2)w' + \left[\dfrac{2K_0^2 w + \rho^2 w(w^2 + 1) - w\lambda^2(\rho^2 + 2K_0^2)}{\rho^2 + K_0^2}\right] = 0, \end{cases}$$

dont les deux dernières ne contiennent plus l'angle φ.

Pour les intégrer, je prends comme inconnues auxiliaires les fonctions Λ et M, définies par

$$(5)\qquad \Lambda = \lambda^2, \qquad M = \frac{\rho^2 w^2}{K_0^2},$$

et je suis conduit au système

$$(6)\quad \begin{cases} \Lambda' + \dfrac{2\rho}{\rho^2 + K_0^2}\Lambda^2 - \dfrac{2\rho}{\rho^2 + K_0^2}\Lambda = \dfrac{2\rho\Lambda M}{\rho^2 + K_0^2} + \Lambda M' - \Lambda' M, \\ M' + \dfrac{2K_0^2}{\rho(\rho^2 + K_0^2)}M^2 + \dfrac{2K_0^2}{\rho(\rho^2 + K_0^2)}M = \dfrac{2a^2\Lambda M}{\rho(\rho^2 + K_0^2)} + \Lambda M' - \Lambda' M. \end{cases}$$

Ce système est, d'une façon plus générale, le suivant :

$$(7)\quad \begin{cases} \dfrac{d\Lambda}{d\rho} + A_1\Lambda^2 + B_1\Lambda = -B_1\Lambda M + \Lambda M' - \Lambda' M, \\ \dfrac{dM}{d\rho} + A_2 M^2 + B_2 M = \quad C_2\Lambda M + \Lambda M' - \Lambda' M \end{cases}$$

(A_1, ..., C_2, fonctions quelconques données de ρ) sont intégrables par quadratures. Pour le voir, je pose

$$(8)\qquad M = \Theta\Lambda, \qquad \Lambda = \frac{1}{H},$$

et je suis ramené à l'intégration d'un système formé d'une équation linéaire en $H + \Theta$ et d'une équation de Bernoulli en Θ.

Les équations (5) et (6) donnent ainsi

$$(9)\quad \begin{cases} \lambda = \rho\varepsilon\left[\dfrac{\rho^2 + K_0^2}{\rho^2(\rho^2 + K_0^2 + C) - a^2(\rho^2 + K_0^2)}\right]^{\frac{1}{2}} \\ w = \dfrac{aK_0}{\rho}\varepsilon\left[\dfrac{\rho^2 + K_0^2}{(\rho^2 + K_0^2 + C) - a^2(\rho^2 + K_0^2)}\right]^{\frac{1}{2}} \end{cases} \qquad (\varepsilon = \pm 1,\ a,\ C \text{ const.}).$$

La première équation (4) donne alors $\varphi' = 0$.

L'axe de la génératrice décrit un plan et reste parallèle à une direction fixe. — En prenant ce plan pour plan des $Y = 0$, on aura $Y_0 = 0$ et

$$(10) \qquad X = \frac{1}{2}(I_1 + K_0^2 I_0)_{s_0}^{s}, \qquad Z = \frac{1}{2} a K_0 (I_0 + K_0^2 J)_{s_0}^{s}.$$

En désignant par I_0, I_1 et J les trois intégrales elliptiques de la variable s ($s = \rho^2$),

$$(11) \qquad \begin{cases} I_0 = \displaystyle\int \frac{ds}{\sqrt{P}}, \qquad I_1 = \int \frac{s\,ds}{\sqrt{P}}, \qquad J = \int \frac{ds}{s\sqrt{P}}, \\ P = [s^2 + (K_0^2 + C - a^2)s - a^2 K_0^2](s + K_0^2). \end{cases}$$

Il est aisé de construire la courbe plane lieu du point X, O, Z. Elle a une inflexion qui est aussi un centre et deux asymptotes parallèles à OX. Sa forme générale est celle de la courbe représentative des tangentes.

Si l'on fait $a = 0$, on retrouve une solution particulière signalée dans ma Note de 1907. Si l'on suppose $C = 0$, les intégrales se réduisent aux fonctions élémentaires et, avec un choix convenable de l'origine, l'équation du lieu du point (X, O, Z) dans son plan est

$$(12) \qquad Z = K_0 \operatorname{arc\,tang} \frac{x}{a}.$$

L'égalité

$$\frac{dZ}{dX} = \frac{a K_0}{\rho^2}$$

est susceptible d'une interprétation géométrique simple et évidente :

« La tangente de l'angle que fait avec l'axe de la génératrice la tangente au lieu de son cercle principal (cf., pour cette définition, *Comptes rendus* du 8 avril 1907) est proportionnelle au carré du rayon de celui-ci. »

Enfin les expressions (10) elles-mêmes donnent naissance à des remarques intéressantes que je développerai ultérieurement dans un Mémoire plus étendu.

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur l'instabilité de l'équilibre.* Note de M. **Émile Cotton**, présentée par M. Émile Picard.

MM. Liapounoff, Kneser, Hadamard et Painlevé ont établi dans des cas très étendus la réciproque du théorème de Lagrange et Lejeune-Dirichlet sur la stabilité de l'équilibre. Toutefois M. Painlevé a montré que si l'on n'apporte aucune limitation à la nature de la fonction des forces, cette

réciproque peut tomber en défaut. La question se pose dès lors de rechercher si elle est exacte quand la fonction des forces est holomorphe au voisinage de la position d'équilibre. J'ai réussi à le démontrer, en supposant la position d'équilibre isolée et le mouvement plan; je vais indiquer rapidement ici la méthode suivie.

1. Nous prenons pour origine O la position d'équilibre; la fonction des forces $U(x, y)$ est holomorphe au voisinage de O et n'est pas maximum en ce point. La courbe $U = 0$ admet O comme point multiple, sans avoir de branche réelle multiple passant en ce point.

Nous devons établir que le mobile M sort d'une région ρ donnée (suffisamment petite) entourant O, si les conditions initiales sont choisies convenablement sous la seule restriction de pouvoir être aussi voisines qu'on voudra du repos en O. Nous montrerons pour cela qu'une certaine ligne variable L passant par M va sans cesse en s'éloignant de O; on écarte aisément l'hypothèse où L tendrait vers une position limite, L doit donc sortir entièrement au bout d'un temps fini de la région ρ, où M ne peut, par suite, rester indéfiniment.

2. Indiquons la *construction de la ligne* L. Les axes étant choisis distincts des tangentes au point multiple, nous traçons tout d'abord :

1° Les branches réelles de $U = 0$ issues de ce point, en considérant comme branches distinctes deux parties de la courbe correspondant à un même développement $y = f(x)$, mais situées de part et d'autre de Oy.

2° Des courbes correspondant aux branches imaginaires de $U = 0$ de la façon que voici : soit $y = \Sigma(a_n + ib_n)\sqrt[p]{x^n}$ le développement correspondant à une branche imaginaire; x étant positif nous supposons que le radical a sa détermination arithmétique, en choisissant convenablement a_n et b_n; nous écrivons

$$y = g(x) + ih(x)$$

en posant

$$g(x) = \Sigma a_n \sqrt[p]{x^n} \quad \text{et} \quad h(x) = \Sigma b_n \sqrt[p]{x^n},$$

et nous traçons la courbe $y = g(x)$. Des conventions analogues sont faites pour $x < 0$. Appelons (C) les courbes ainsi tracées; si elles sont tangentes à une même droite D, nous leur adjoignons une autre droite coupant D en O qui nous donne ainsi deux nouvelles lignes (C).

En tournant autour de O on rencontre les courbes (C) dans un ordre bien déterminé; appelons *onglet* la partie du plan voisine de O, analogue à un angle, comprise entre deux lignes (C) consécutives.

Les lignes L se composeront des segments rectilignes ou curvilignes, correspondant aux différents onglets, ayant leurs extrémités sur les courbes (C); les segments correspondant à deux onglets consécutifs auront une extrémité commune sur la courbe séparatrice [exception faite pour la courbe séparatrice des onglets extrêmes, qui sera prise parmi les courbes (C) construites avec les branches réelles de $U = 0$, s'il en existe].

Les segments de L seront *rectilignes* pour ceux des onglets dont les courbes limites ne sont pas tangentes à l'origine, et pour ceux des onglets dont les courbes limites sont tangentes et disposées de part et d'autre de la tangente commune. Pour les onglets à courbes limites tangentes et situées d'un même côté de la tangente commune, on prendra des segments *curvilignes :* ce seront les arcs intérieurs à l'onglet des courbes Γ, trajectoires orthogonales des courbes obtenues en déplaçant, par translation parallèle à Oy, le lieu des milieux des cordes de l'onglet parallèles à cet axe.

3. Le mobile M sera lancé de façon que la constante des forces vives soit nulle; il restera donc dans la région $U > 0$ (nous aurions pu ne considérer que la partie de L intérieure à cette région). Le sens de la vitesse initiale sera choisi de façon que le segment de L passant par le mobile s'éloigne de O. Pour montrer que, dans le mouvement ultérieur, les divers segments de la ligne L s'éloignent de O, il suffit d'établir qu'il en est ainsi pour le segment passant par le mobile; on utilise pour cela, s'il est *rectiligne*, la proposition suivante : *Si, dans une région située tout entière à distance finie, la force agissant sur un mobile a une projection de sens constant sur une droite fixe Δ, le mobile, lancé de façon que sa vitesse initiale se projette sur Δ dans le même sens que la force, sort de la région au bout du temps fini, sa projection sur Δ se mouvant toujours dans le même sens* (¹).

Le signe de la projection de la force sur un axe Δ faisant avec Ox l'angle α est celui de

$$\frac{\partial \log U}{\partial x} \cos\alpha + \frac{\partial \log U}{\partial x} \sin\alpha,$$

(¹) Cette proposition a été donnée par M. Caillet dans un Mémoire encore inédit présenté en 1908, à Grenoble, pour le diplôme d'études supérieures. M. Caillet l'appliquait à la démonstration et à l'extension de plusieurs des résultats alors connus sur l'instabilité de l'équilibre. La démonstration en est immédiate. Cette proposition est un cas particulier de celle donnée par M. Hadamard à laquelle il est fait allusion ci-dessus; mais la forme géométrique de l'énoncé de M. Caillet en rend l'application plus intuitive, et nous a été très utile.

puisque U est positif pendant tout le mouvement. L'emploi des dérivées logarithmiques, combiné avec une décomposition de V en facteurs des formes $y - f(x)$, $[y - g(x)]^2 + h^2(x)$, $U_1(x, y)$ avec $U_1(o, o) \neq o$, conséquence immédiate d'un théorème de Weierstrass, permet en quelque sorte d'étudier isolément ce qui correspond à chaque branche de courbe.

Une proposition analogue, trop longue pour être énoncée ici, permet de traiter le cas des *segments curvilignes*, s'il est nécessaire d'en considérer [voir le n° 25 du Mémoire de M. Hadamard (*Journal de Mathématiques*, 1897)].

L'étude des questions qui se posent à propos du passage du mobile d'un onglet à un autre n'offre aucune difficulté.

MÉCANIQUE. — *Sur la vitesse et l'accélération des ondes de choc de seconde et de troisième espèce dans les fils.* Note [1] de M. **Jouguet**, présentée par M. L. Lecornu.

Je suivrai ici les notations de deux Notes antérieures, *Sur la loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils* et *Sur l'accélération des ondes de choc dans les fils* [2].

Ondes de choc de seconde espèce. — Ce sont celles où $\frac{\alpha_2}{\alpha_1} = \frac{\beta_2}{\beta_1} = \frac{\gamma_2}{\gamma_1} = -1$. Je me bornerai à les étudier dans les fils qui se refroidissent par un étirement brusque $\left(\frac{\partial \Theta}{\partial s} < o\right)$.

J'ai déjà remarqué (*Comptes rendus*, 23 octobre 1911) que la vitesse de ces ondes était intermédiaire entre les vitesses des ondes transversales d'accélération dans les milieux 1 et 2. Mais, de ces deux termes de comparaison, quel est le plus grand?

Pour répondre à cette question, il faut comparer, au voisinage immédiat du front de l'onde, $\rho_2\Theta_2$ et $\rho_1\Theta_1$. On remarquera que, lorsque s_2 tend vers s_1, $\rho_2\Theta_2$ tend vers $\rho_1\Theta_1$. Donc, si la discontinuité n'est pas trop forte, le signe de $\rho_2\Theta_2 - \rho_1\Theta_1$ est celui de $(s_2 - s_1)\left[\frac{d(\rho_2\Theta_2)}{ds_2}\right]_{s_2=s_1}$. Dans cette expression,

[1] Présentée dans la séance du 20 novembre 1911.

[2] *Comptes rendus*, 23 octobre et 13 novembre 1911. Je signalerai une faute d'impression qui s'est glissée dans la seconde de ces Notes. A la page 935, ligne 11, *au lieu de* par (4), (5), (6), *il faut lire* par (2), (3), (4).

la dérivée de $\rho_2\Theta_2$, par rapport à s_2, doit être calculée en supposant que ρ_2 est relié à s_2 par la loi adiabatique dynamique.

Or $s_2 - s_1$ doit être positif en vertu du principe de Carnot. $\rho_2\Theta_2 - \rho_1\Theta_1$ a donc le signe de

$$\left[\frac{d(\rho_2\Theta_2)}{ds_2}\right]_{s_2=s_1} = \frac{2\rho_1\rho_2^2}{\rho_1+\rho_2} \frac{\rho_2\dfrac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2} + \Theta_2}{\rho_1\rho_2\dfrac{\Theta_1+\Theta_2}{\rho_1+\rho_2} + \rho_2^2\dfrac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}}.$$

Mais, si la discontinuité n'est pas trop forte, le numérateur et le dénominateur de cette fraction ont le même signe et, par suite, $\rho_2\Theta_2$ est supérieur à $\rho_1\Theta_1$. D'où le théorème suivant :

Pourvu que la discontinuité ne soit pas trop forte, la célérité d'une onde de choc de seconde espèce est inférieure à la célérité des ondes transversales d'accélération dans le milieu qui la suit et supérieure à la célérité des ondes transversales d'accélération dans le milieu qui la précède.

Étudions maintenant l'accélération de ces ondes de choc en nous plaçant dans les conditions que nous avons supposées en étudiant le même sujet pour les ondes de choc de première espèce (*Comptes rendus*, 13 novembre 1911). Admettons d'autre part (les résultats seraient renversés dans la supposition contraire) que la vitesse des ondes transversales d'accélération est plus faible que celle des ondes longitudinales $\left(\rho_2\Theta_2 < -\rho_2^2\frac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}\right)$. On remarquera d'ailleurs que cette hypothèse peut se mettre sous une forme analogue à celle qui a été faite dans l'étude des ondes de choc de première espèce et s'énoncer : la vitesse des ondes transversales d'accélération va en croissant quand ρ diminue, s restant constant.

Il résulte alors du principe de Carnot (*Comptes rendus*, 23 octobre 1911) que

$$s_2 > s_1, \qquad \rho_2 < \rho_1, \qquad \psi < 0, \qquad H^2 > V_0^2.$$

Ces inégalités remplacent les inégalités (6) de notre précédente Note. Quant aux formules (4), (5), (7), (8), (9) de cette Note, elles subsistent à condition d'y remplacer Θ_1 et ρ_1 par $-\Theta_1$ et $-\rho_1$. On voit alors facilement qu'on retrouve le théorème qui a été énoncé pour les ondes de première espèce :

Si, immédiatement en arrière du front d'une onde dont la discontinuité n'est pas trop forte, la densité d'un élément varie dans le même sens qu'à la

traversée de cette onde, la discontinuité propagée par l'onde va en s'accentuant et sa célérité s'accélère. C'est l'inverse dans le cas contraire.

Mais ce théorème serait renversé si $\rho_2\Theta_2 < -\rho_2^2\dfrac{\partial\Theta_2}{\partial\rho_2}$.

Ondes de choc de troisième espèce. — L'analyse par laquelle M. Roy a montré que les deux premières espèces d'ondes de choc sont toutes deux longitudinales est en défaut si $\rho_2=\rho_1$, ce qui entraîne $\Theta_2=\Theta_1$ en vertu de l'équation (3) de ma Note *Sur la loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils*. De là la possibilité d'ondes de choc singulières où la discontinuité ne porte que sur la vitesse et dont la célérité est égale à celle des ondes transversales d'accélération

$$\left(V_0^2=\frac{\rho_2\Theta_2}{\rho_0^2}=\frac{\rho_1\Theta_1}{\rho_0^2}\right).$$

En voici un exemple pour un fil dont les éléments ne sont soumis à aucune force :

Mouvement 1.	Mouvement 2.
$x_1=\omega$,	$x_2=\omega+2\sqrt{\dfrac{\Theta_0}{\rho_0}}\left(t-\omega\sqrt{\dfrac{\rho_0}{\Theta_0}}\right)\cos^2\varphi$,
$y_1=0$,	$y_2=2\sqrt{\dfrac{\Theta_0}{\rho_0}}\left(t-\omega\sqrt{\dfrac{\rho_0}{\Theta_0}}\right)\cos\varphi\sin\varphi$,
$z_1=0$,	$z_2=0$,
$\rho_1=\rho_0$,	$\rho_2=\rho_0$.

$\cos\varphi$ est un coefficient arbitraire.

De telles ondes sont à la limite de ce que permet le principe de Carnot ($s_2=s_1$).

Si elles se propagent dans un mouvement 1 qui se réduit à une translation uniforme, leur accélération est nulle.

PHYSIQUE. — *Sur certaines difficultés que présente l'emploi des développements exponentiels.* Note de M. André Léauté, présentée par M. Émile Picard.

On sait l'importance qu'offre en Physique la représentation, par une série exponentielle, d'une fonction donnée dans un intervalle donné. Ce problème se pose à maintes reprises, aussi bien dans la théorie de la cha-

leur que dans les questions d'électricité. Mais, dans ces applications, on se heurte fréquemment à la difficulté suivante : la série, bien qu'égale dans tout l'intervalle à la fonction donnée, en diffère aux extrémités.

Cette imperfection, au point de vue purement mathématique, paraît petite, puisque sur le nombre infini de points, dont l'ensemble continu forme l'intervalle, il n'y en a que deux pour lesquels le développement est en défaut; mais elle suffit à rendre ce même développement inutilisable dans bien des cas. Quand on étudie, par exemple, le fonctionnement des lignes électriques, une divergence de cette sorte entre les valeurs de la série aux extrémités de l'intervalle et celles qui sont fixées par les conditions initiales fait apparaître des discontinuités fictives, dont la propagation ne correspond à l'existence d'aucune onde réelle; les résultats du calcul sont ainsi gravement faussés. Il est aisé de vérifier que, malheureusement, les formules classiques de développement présentent presque toujours l'inconvénient que nous venons de signaler.

En particulier, il en est ainsi de la formule bien connue de Cauchy

$$\text{(S)} \qquad f(x) = -\sum \frac{\Psi(\lambda)}{\pi'(\lambda)} \int_{x_0}^{x_1} e^{\lambda(x-\mu)} f(\mu)\, d\mu,$$

où la sommation est étendue à toutes les racines de l'équation $\pi(z) = 0$. On sait que, pour obtenir l'égalité (S), on suppose que $f(x)$ satisfasse aux conditions de Dirichlet, que $\pi(z)$ et $\Psi(z)$ soient des fonctions entières, et que les deux quantités

$$\alpha = e^{z(x-x_0)} \frac{\Psi(z)}{\pi(z)},$$

$$\beta = e^{-z(x-x_1)} \left[1 - \frac{\Psi(-z)}{\pi(-z)} \right]$$

tendent vers zéro, quand z croît indéfiniment, sa partie réelle étant positive et x restant compris entre x_0 et x_1; or la réalisation de cette dernière condition n'est pas possible quelle que soit la grandeur de l'intervalle (x_0, x_1) et l'on peut trouver un intervalle (a, b), que nous appellerons *intervalle limite*, telle que α si l'on fait $x = x_1$ et β si l'on fait $x = x_0$ tendent respectivement, dans les mêmes conditions que plus haut, vers deux quantités l et L, différentes de zéro. Dans ces conditions, on vérifie que les valeurs du second membre de la formule (S) sont, pour $x = a$,

$$\text{(S)} = \frac{f(a) - \text{L} f(b)}{2};$$

pour $x = b$,

$$(S) = \frac{-lf(a) + f(b)}{2},$$

et que, par conséquent, elles sont, dans le cas général, différentes de $f(a)$ et $f(b)$.

L'importance de la considération d'intervalle limite provient de ce que c'est toujours lui qui intervient en Physique. On comprend donc, d'après ce qui a été dit plus haut, qu'en général la formule (S) ne peut pas être employée et qu'il faudrait en trouver une autre qui ne présentât pas les mêmes inconvénients qu'elle. Mais ce problème n'est pas toujours possible, car, dans bien des cas, on peut démontrer qu'il n'y a qu'un seul développement d'une fonction donnée dans un intervalle donné; comme on possède déjà la formule (S), il est superflu alors d'en chercher une autre.

Toutefois le problème peut être résolu dans le cas où la fonction $f(x)$ à représenter satisfait à la condition

$$f(a)\Psi(0) + f(b)[\pi(0) - \Psi(0)] = 0.$$

On vérifie aisément que le développement

$$(S') \qquad -\sum \frac{\Psi(\lambda)}{\lambda\pi'(\lambda)} \int_a^b e^{\lambda(x-\mu)} f'(\mu)\, d\mu$$

est alors valable même aux extrémités de l'intervalle limite. Des développements exponentiels, on passe sans difficulté aux développements trigonométriques. De plus, en combinant convenablement les séries (S) et (S'), on peut développer certaines fonctions qui sont discontinues aux extrémités de l'intervalle limite, ce qu'on aura à faire, d'une façon générale, dans les questions où un corps en équilibre calorifique, électrique, etc., est supposé plongé brusquement dans un milieu dont l'état d'équilibre est différent du sien. En particulier, on pourra quelquefois représenter une fonction qui, nulle dans tout l'intervalle (a, b), prend des valeurs finies et différentes de zéro aux extrémités; ce problème se rencontre fréquemment en électricité et ne pouvait être résolu par le seul emploi de la formule (S).

RADIOACTIVITÉ. — *Sur les rayons β de la famille du radium.* Note de M. J. **Danysz**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note précédente, j'ai montré que, d'un tube de verre contenant de l'émanation du radium, il s'échappe au moins sept faisceaux de rayons β de vitesses différentes et parfaitement déterminées.

Avant d'aborder de nouvelles expériences sur ces rayons, il m'a semblé utile de mesurer leurs vitesses avec toute la précision possible, et surtout de rechercher s'il n'y en a pas d'autres.

J'ai employé pour cela la même méthode et le même appareil que dans mes premières expériences, en y ajoutant seulement quelques perfectionnements du mode opératoire. Les détails de ces expériences devant être publiés ailleurs, dans un Mémoire plus étendu, je me bornerai ici à rappeler leur principe. Les rayons β issus du tube de verre sont soumis à un champ magnétique qui leur est normal : ils décrivent dans ces conditions des trajectoires circulaires dont le plan est perpendiculaire au champ magnétique et l'on met en évidence ces circonférences au moyen d'impressions sur des plaques photographiques. Connaissant le champ magnétique H, il suffit de déterminer le rayon R des circonférences obtenues sur les clichés, pour pouvoir calculer la vitesse des rayons β ; on se sert pour cela de l'équation due à Laurentz

$$\mathrm{RH} = \frac{mc}{e}\,\frac{\beta}{\sqrt{1-\beta^2}},$$

dans laquelle m et e sont la masse et la charge d'un électron au repos, c la vitesse de la lumière, et β la vitesse du rayon β (évaluée en prenant c pour unité).

J'ai pris

$$\frac{e}{m} = 1{,}772.10^7 \qquad c = 3{,}001.10^{10}.$$

J'ai obtenu ainsi des résultats qui sont contenus dans le Tableau ci-dessous :

Numéros......	1.	2.	3.	4.	5.	6.
RH cm × gauss....	1320	1390	1490	1580	1680	1750
β.............	0,615	0,634	0,660	0,682	0,705	0,718
Observations..	fort	faible	très faible	fort	faible	très faible

Numéros........	7.	8.	9.	10.	11.
RH............	1830	1900	1970	2150	2190
β.............	0,735	0,748	0,760	0,786	0,790
Observations....	fort	moyen	faible	fort	faible

Numéros.....	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.
RH.........	2870	3140	3420	4000	4670	4800	4980	5100
β..........	0,862	0,882	0,897	0,920	0,940	0,943	0,946	0,949
Observations.	fort	faible	faible	faible	fort	faible	faible	moyen

Numéros............	20.	21.	22.	23.
RH...............	5700	5990	11200	18100
β................	0,957	0,962	0,988	0,996
Observations......	fort	faible	Résultats moyens concernant à 5 faisceaux	Résultats moyens

Les nombres de ce Tableau ont été calculés en utilisant 15 clichés différents (obtenus avec des champs H allant de 600 à 6000 gauss). Ceux qui sont relatifs aux faisceaux avec la mention *forts* sont la moyenne d'une dizaine de mesures; je considère que pour tous les deux premiers chiffres sont exacts, tant pour RH que pour β.

Il est intéressant de remarquer que ces divers faisceaux transportent des charges électriques très différentes : les faisceaux 1, 4, 7, 10, 12, 16, 20 donnent sur les clichés des circonférences au trait foncé et faciles à étudier; d'autres au contraire (avec la mention *faibles*) sont mis en évidence par des circonférences très peu marquées, et visibles seulement grâce à un éclairage convenable.

En outre, ces circonférences n'ont pas le même aspect pour tous les faisceaux : jusqu'au n° 9 compris, elles sont constituées par des traits larges, comme si la vitesse des faisceaux correspondants était comprise entre des limites assez éloignées (ne différant pourtant pas de plus de 1 pour 100 de la valeur moyenne); pour les faisceaux plus rapides les circonférences sont très fines, exactement comme l'exigent les dimensions du tube d'émanation et de la fente qui canalise les rayons.

Le faisceau 22 consiste en réalité en plusieurs faisceaux de vitesses comprises entre 0,98 et 0,99. Je crois qu'il y en a de 3 à 5; les circonférences qui prouvent leur existence sont tellement peu visibles sur les clichés obtenus, qu'il est impossible de donner pour eux des renseignements plus précis. Cela tient surtout à ce fait que pour des rayons β de si grande vitesse les plaques photographiques sont de très peu plus sensibles que pour les rayons γ; ces derniers provoquent alors un voile général du cliché qui empêche de discerner les trajectoires des rayons β. Pour la même raison, le faisceau 23 est très mal connu. Il comprend certainement des rayons pour lesquels le produit RH atteint le valeur 26000 et β la valeur 0,998; le nombre 0,996 qui figure au Tableau est une moyenne approximative. Pour l'étude de rayons animés de vitesses tellement prodigieuses, il est nécessaire de remplacer la méthode radiographique de Becquerel par une autre : par exemple en observant les charges transportées.

J'ai pu, pour ces expériences, disposer de l'émanation provenant de $0^{g},300$ de $RaCl^2$, et d'un électro-aimant fournissant un champ constant à 0,01 près dans un volume cylindrique de 8^{cm} de diamètre et 3^{cm} de hauteur.

ÉLECTRICITÉ. — *Propriétés géométriques du point représentant la terre dans le diagramme des voltages d'un réseau polyphasé* [1]. Note [2] de M. **Félix Leprince-Ringuet**, présentée par M. P. Villard.

Étant donné un réseau polyphasé, de fréquence $\frac{\omega}{2\pi}$, dont les pôles et le point neutre possèdent par rapport à la terre des résistances, des self-inductions et des capacités quelconques, je me propose de donner la construction géométrique du point représentatif de la terre dans le diagramme des voltages et d'établir que si l'une quelconque des résistances ou capacités varie, ce point décrit une circonférence.

En ce qui concerne les self-inductions, je remarque d'abord qu'un conducteur doué de résistance R et de self-induction L est équivalent à un conducteur ayant une résistance purement ohmique égale à $\frac{R^2+L^2\omega^2}{R}$, mis en parallèle avec une capacité négative $\frac{-L}{R^2+L^2\omega^2}$; de sorte que l'étude du cas général est celle d'un circuit présentant par rapport à la terre des fuites ohmiques et des capacités, ces dernières pouvant être positives ou négatives.

Position du point représentatif de la terre. — La loi de Kirchhoff peut s'exprimer en écrivant que la résultante des courants ohmiques à la terre est égale et directement opposée à la résultante des courants de capacité. Le polygone $B_1B_2B_3$ constitue le diagramme des voltages; la distance de tout point T à l'un des n sommets mesure le voltage de ce point par rapport au pôle correspondant.

Appelons $R_1, R_2, \ldots, R_N$ les résistances ohmiques à la terre T des pôles 1, 2, ... et du neutre N; $C_1, C_2, \ldots, C_N$ les capacités par rapport à la terre T.

La résultante des courants ohmiques est (voir la figure)

$$\frac{\overline{TB_1}}{R_1}+\frac{\overline{TB_2}}{R_2}+\ldots+\frac{\overline{T_N}}{R_N}=\frac{1}{\rho}\left(\overline{TB_1}+\frac{\rho}{R_2}\overline{B_1B_2}+\ldots+\frac{\rho}{R_N}\overline{B_1N}\right)=\frac{1}{\rho}\overline{TL},$$

en posant $\sum\frac{1}{R}=\frac{1}{\rho}$ et remarquant que $\overline{TB_2}=\overline{TB_1}+\overline{B_1B_2}$, etc.

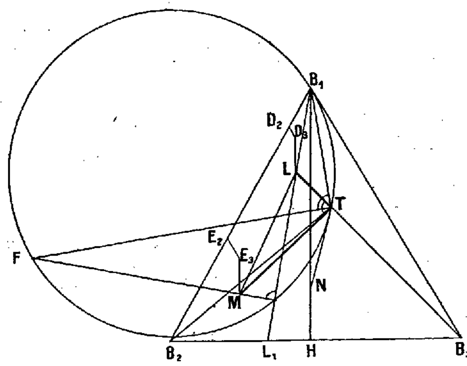
---

[1] Cf. *Comptes rendus* du 1er mai 1911 : *Sur l'étude de l'état d'isolement d'un réseau alternatif;* dans cette Note, une erreur s'est glissée dans l'équation (8'), dont le premier membre doit être divisé par $\sqrt{3}$.

[2] Présentée dans la séance du 20 novembre 1911.

Elle est représentée, au facteur $\frac{1}{\rho}$ près, par le vecteur $\overline{TL}$, obtenu en traçant à partir de B_1 le contour formé des vecteurs réduits $\frac{R_2}{\rho}\overline{B_1B_2}$ parallèle à B_1B_2, puis $\frac{\rho}{B_3}\overline{B_2B_3}$ parallèle à B_2B_3, etc.

Tracé de la même manière, le vecteur $\overline{TM} = \overline{TB_1} + \gamma C_1\omega\overline{B_1B_2} + \ldots + \gamma CN\omega\overline{B_1N}$, en posant $\sum C\omega = \frac{1}{\gamma}$, représente, au facteur $\frac{1}{\gamma}$ près, la résultante des courants de



capacité décalée de $-\frac{\pi}{2}$. Écrire la loi de Kirchhoff, c'est écrire que $\frac{\overline{TM}}{\gamma} = \frac{\overline{TL}}{\rho}$ et que $\overline{TM}$ se trouve en avance de $\frac{\pi}{2}$ sur $\overline{TL}$.

La connaissance des R et des C permet donc, par ces deux tracés, d'obtenir le point T sans ambiguïté.

Lieu géométrique du point représentatif de la terre quand un des éléments varie. — Supposons que R_1 varie; L décrit la droite B_1L_1; M est fixe. Il est facile de voir qu'on a

$$\frac{B_1L}{B_1L_1} = \rho \times \text{const.}, \qquad \frac{TL}{TM} = \rho \times \text{const.},$$

d'où

$$\frac{TM}{TL} = \frac{\text{const.}}{B_1L}.$$

Si l'on trace TF perpendiculaire à B_1T et KF perpendiculaire à B_1L_1, on voit par les triangles semblables que

$$\frac{FM}{B_1L} = \frac{TM}{TL} = \frac{\text{const.}}{B_1L},$$

d'où

$$FM = \text{const.}$$

On en conclut que le lieu du point T est une circonférence décrite sur FB_1 comme diamètre.

La démonstration s'applique identiquement *à un courant polyphasé sinusoïdal*

quelconque, quels que soient la grandeur et le décalage des vecteurs des différentes phases.

La discussion des lieux du point T quand les éléments du réseau passent par toutes valeurs montre que la différence de potentiel entre la terre et un des pôles peut augmenter au delà de toute limite.

L'expérience a confirmé toutes les propriétés qui viennent d'être établies.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur une relation générale entre les propriétés physiques des corps : application à la viscosité, la capillarité, l'énergie superficielle, la chaleur de vaporisation, le diamètre rectiligne.* Note [1] de M. G. **Ter Gazarian**, présentée par M. Georges Lemoine.

Le travail actuel a pour but de généraliser la relation donnée précédemment pour les densités des liquides [2]

$$q_n = q_1 + c\,(t'_n - t'_1),$$

où q_1 et q_n sont les quotients des nombres représentant les densités des corps comparées aux températures t'_1 et t'_n analogues, c'est-à-dire également éloignées des températures critiques.

Coefficients de viscosité. — Exemples : octane et hexane, toluène et brome; les températures critiques sont respectivement : 296°,4; 234°,8; 320°,6 et 302°,3.

Températures analogues.		Coefficients de viscosité analogues.		q observé.	q calculé.
Hexane.	Octane.	Hexane.	Octane.		
0°	61°,6	0,00396	0,00344	1,153	1,151
20	81,6	0,00320	0,00286	1,119	1,121
40	101,6	0,00264	0,00242	1,091	1,091
50	111,6	0,00241	0,00223	1,081	1,076
Toluène.	Octane.	Toluène.	Octave.		
30°	5°,8	0,00520	0,00650	0,800	0,804
50	25,8	0,004195	0,00502	0,836	0,832
70	45,8	0,003475	0,00403	0,860	0,862
90	65,8	0,002915	0,003305	0,882	0,888
110	85,8	0,00250	0,002755	0,908	0,916

(1) Présentée dans la séance du 20 novembre 1911.

(2) *Comptes rendus*, 6 novembre 1911, p. 871.

Températures analogues.		Coefficients de viscosité analogues.			
Brome.	Octane.	Brome.	Octane.	q observé.	q calculé.
10°	4°,2	0,01109	0,006635	1,671	1,671
20	14,2	0,009935	0,00580	1,713	1,711
30	24,2	0,008985	0,00512	1,755	1,751
40	34,2	0,00817	0,00457	1,788	1,791
50	44,2	0,00746	0,004095	1,824	1,831

La vérification a porté sur 30 corps. Les alcools autres que l'alcool méthylique, éthylique, propylique, isopropylique, butylique, s'écartent considérablement de la loi; de même le benzène, le chlorure d'éthylène, le tétrachlorure de carbone. Probablement une part des écarts vient des erreurs d'expériences.

Hauteurs d'ascension capillaire. — 33 corps ont été examinés. Exemples : benzène, formiate de méthyle, alcool éthylique et acide acétique, dont les températures critiques sont respectivement : 288°,5 ; 214°,0 ; 243°,1 et 321°,6.

Températures analogues.		Hauteurs d'ascension analogues.			
Acide acétique.	Benzène.	Acide acétique.	Benzène.	q observé.	q calculé.
130°	96°,9	2,775	3,650	0,760	0,761
160	126,9	2,440	3,123	0,781	0,782
190	156,9	2,080	2,592	0,803	0,803
210	176,9	1,825	2,226	0,819	0,817
240	206,9	1,403	1,680	0,835	0,838
Alcool éthylique.	Benzène.	Alcool éthylique.	Benzène.		
80°	125°,4	3,556	3,148	1,127	1,127
120	165,4	2,930	2,435	1,203	1,203
160	205,4	2,175	1,708	1,273	1,270
180	225,4	1,745	1,335	1,304	1,307
Formiate de méthyle.	Benzène.	Formiate de méthyle.	Benzène.		
20°	94°,5	3,988	3,692	1,079	1,081
80	154,5	2,840	2,636	1,079	1,078
130	204,5	1,855	1,726	1,075	1,073
170	244,5	1,010	0,952	1,071	1,061

Énergie superficielle. — Exemples : alcool éthylique, acide acétique et benzène dont les températures critiques sont : 243°,1; 321°,6 et 288°,5.

Températures analogues.			
Alcool éthylique.	Benzène.	Observé.	Calculé.
80°	125°,4	1,100	1,100
100	145,4	1,142	1,142
130	175,4	1,205	1,205
150	195,4	1,253	1,247
170	215,4	1,293	1,289
Acide acétique.	Benzène.		
130°	96°,9	0,881	0,881
160	126,9	0,910	0,911
190	156,9	0,939	0,941
240	206,9	0,992	0,991

Chaleurs latentes de vaporisation. — Exemples : le formiate d'éthyle et l'alcool éthylique comparés au pentane. Températures critiques : 235°, 3 ; 243°, 1 et 197°, 2.

Températures analogues.			
Formiate d'éthyle.	Pentane.	Observé.	Calculé.
80°	41°,9	1,085	1,085
100	61,9	1,078	1,080
130	91,9	1,068	1,071
180	141,9	1,061	1,056
210	171,9	1,048	1,047
Alcool éthylique.	Pentane.		
100°	54°,1	2,431	2,414
120	74,1	2,397	2,398
160	114,1	2,373	2,366
190	144,1	2,338	2,342
230	184,1	2,251	2,310

Diamètre rectiligne. — Voici les principaux résultats (¹) (température critique de l'alcool éthylique : 193°, 8) :

Températures analogues.			
Acide acétique.	Pentane.	Observé.	Calculé.
140°	15°,6	1,4468	1,4468
190	65,6	1,4645	1,4643
240	115,6	1,4828	1,4818
290	165,6	1,5004	1,4993

(¹) L'alcool méthylique ne suit pas la loi énoncée.

Températures analogues.			
Éther éthylique.	Pentane.	Observé.	Calculé.
0°	3°,4	1,1458	1,1460
50	53,4	1,1414	1,1432
100	103,4	1,1419	1,1400
170	173,4	1,1373	1,1358
Octane.	Pentane.		
100°	1°,0	0,9854	0,9850
200	101,1	0,9912	0,9914
280	181,1	0,9964	0,9958

CHIMIE PHYSIQUE. — *La dissolécule et la formule de Van 't Hoff.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Amagat.

La notion de dissolécules complexes, revélée par l'examen des faits, est sujette à une objection qui paraît décisive de prime abord. Pour la développer, il faut rappeler que Raoult avait déjà lié les poids moléculaires aux abaissements de la température de congélation quand Van 't Hoff songea à les rattacher à la pression osmotique. Il en est résulté que deux quantités aussi différentes qu'un point de congélation et une pression osmotique se sont ainsi trouvées dans une dépendance mutuelle. Ce rapprochement a conduit MM. Girard et Henri, dans leur dernière Note (¹), à considérer le sucre et l'acide acétique comme isotoniques. Nous sommes d'accord sur ce point. Quant à l'objection qu'ils tirent des mesures de Morse, elle rentre dans celle que je vais discuter sous une forme plus frappante, en regrettant que MM. Girard et Henri n'aient fourni aucune indication touchant le cycle à mouvement perpétuel dont ils parlent.

Une formule déduite par Van 't Hoff de considérations thermodynamiques, semble fixer *d'une manière absolue* la valeur du poids moléculaire M d'un corps :

En désignant par A l'abaissement cryoscopique spécifique, dû au corps dissous, et par M son poids moléculaire, le produit A.M est donné par la formule

$$A.M = 0{,}2\frac{T^2}{L}.$$

(¹) *Hypothèses nouvelles sur l'état moléculaire des corps dissous* (*Comptes rendus*, 13 novembre 1911, p. 946).

L et T étant la chaleur latente et la température de fusion du solvant, cette équation semble exprimer la valeur de M d'une manière indépendante du solvant, en fonction de l'abaissement A rapporté à 1g de matière pour 100 de solvant. Or l'application de cette formule rationnelle à l'acide acétique fournit pour M la valeur $C^2H^4O^2 = 60$, tandis qu'appliquée à l'acide chlorhydrique, elle donne une valeur voisine de 18, correspondant à $\frac{1}{2}$HCl. La question semble donc tranchée en faveur de l'hypothèse de Van 't Hoff rappelée dans le présent Tome (p. 719) et non pas en faveur des nombres doubles auxquels conduit la notion de dissolécule.

Il est facile de lever cette difficulté. En dehors même de l'hypothèse de Van 't Hoff, le nombre 0,2 n'a rien d'absolu. Il résulte du quotient de $R = 84,7$ par l'équivalent mécanique de la chaleur 427.

C'est en effet l'équation

$$A.M = \frac{PVT}{427.L}$$

qui a été établie à l'aide d'un cycle dont le rejet entraînerait la possibilité du mouvement perpétuel. A cette égalité on adjoint la relation $PV = RT$, où la constante R est assimilée à celle des gaz parfaits 84,7. Or cette constante, dans le cas présent, ne concerne pas les gaz parfaits mais les corps dissous, de sorte que dans le produit PV, P figure une pression osmotique, et non une pression gazeuse. Il faut donc pour arriver au coefficient 0,2 que le produit $\frac{PV}{T}$, *rapporté au poids moléculaire* M, se confonde avec la valeur 84,7 fournie par la molécule d'un gaz parfait. C'est là une condition purement expérimentale et non une condition rationnelle. Elle se trouve à peu près satisfaite pour le sucre d'après les expériences de Morse. Elle ne l'est qu'approximativement pour d'autres corps organiques, d'après MM. Batelli et Stefanini (*Journ. de Phys.*, 1907); mais ces approximations suffisent aux chimistes qui n'hésitent qu'entre des multiples entiers du poids moléculaire. Toutefois cette condition cesse d'être applicable aux corps minéraux. Ainsi le produit PV, relatif à l'acide chlorhydrique dissous, aux bases et aux chlorures alcalins étendus, etc., est au contraire voisin de $2 \times 84,700$, et alors le produit AM prend la valeur $0,4\frac{T^2}{L}$, au lieu de $0,2\frac{T^2}{L}$.

D'autre part, la formule de Van 't Hoff n'a pas le caractère absolu d'une conséquence purement rationnelle, et les conséquences qu'on en tire relativement au nombre des particules reposent sur une identification des pres-

sions osmotique et gazeuse (ci-dessus signalée) qui conduirait à considérer comme identiques, dans les gaz et dans les solutions, le nombre N des molécules d'Avogadro. Or un grand nombre de savants rejettent cette identification à cause des conséquences inacceptables auxquelles elle conduit. Je citerai seulement l'opinion de Weinstein (*Thermodynamik*) que les raisonnements invoqués pour établir l'identité entre la pression osmotique et la pression gazeuse manquent de rigueur et de certitude.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les équilibres chimiques en solution.* Note de M. **René Dubrisay**, présentée par M. H. Le Chatelier.

En écrivant la loi d'action de masse sous sa forme classique, on admet implicitement, d'une part, que les concentrations sont assez faibles pour que la loi de Wüllner reste applicable; d'autre part, que le potentiel chimique d'une substance dans une phase est le même, que d'autres corps soient ou non présents dans la phase considérée. Cette hypothèse n'est controuvée par aucun fait expérimental dans le cas des gaz, mais il n'en est pas de même dans le cas des solutions.

Soit en effet une substance A dissoute dans un liquide et supposons que la solution obtenue soit saturée; si μ_A est le potentiel chimique de A dans la solution, μ'_A son potentiel chimique à l'état solide, l'équation quantitative qui définit l'état du système est

$$\mu_A = \mu_{A'},$$

ce qu'on peut écrire

$$f(c_{A'}, T) = \mu'_A,$$

f étant la fonction, inconnue d'ailleurs, qui définit le potentiel chimique du corps A à l'état dissous.

Supposons maintenant que dans la phase liquide nous dissolvions un autre corps ; si l'hypothèse faite plus haut était exacte, c'est-à-dire si le potentiel n'était pas modifié par la présence du nouveau corps ajouté, la solubilité resterait la même, ce qui est contraire à la réalité des choses.

De cette considération expérimentale on peut donc conclure que le potentiel chimique d'un corps dissous est modifié par la présence d'autres corps dans la dissolution et que, par suite, on doit prévoir que la loi d'action de masse ne peut pas se vérifier rigoureusement. J'ai déjà étudié à ce point de vue la dissociation hydrolytique du chlorure de bismuth [1] et

[1] *Sur la dissociation hydrolytique des composés halogénés du bismuth* (Thèse de doctorat). Paris, Hermann, 1910.

montré que les écarts observés dans la loi d'action de masse s'accordaient bien avec les prévisions théoriques.

Mais on peut *aller plus loin;* ajoutons à une solution dans un liquide d'un corps A une substance susceptible d'en diminuer la solubilité : l'effet de cette addition est certainement, à une concentration donnée, d'augmenter le potentiel correspondant à A. Si donc les composés A, B, C, D, dissous dans une même phase, sont en équilibre chimique et qu'on ajoute dans le système un corps inerte au point de vue chimique, mais susceptible de diminuer la solubilité de l'un d'entre eux A, l'équilibre doit être déplacé et, d'après la loi de M. Le Chatelier, la modification doit se produire dans un sens tel qu'elle tende à diminuer le potentiel chimique de A. Or, si nous ignorons la forme analytique exacte de la fonction qui exprime le potentiel d'un corps, nous savons du moins que c'est une fonction croissante de la concentration.

La réaction devra donc se produire dans un sens tel que le corps A se détruise partiellement.

J'ai étudié l'effet de l'addition d'acétone sur la dissociation hydrolytique du nitrate de bismuth. J'ai tout d'abord recherché l'action de l'acétone sur la solubilité du nitrate de bismuth. Pour faire des mesures, il fallait opérer en présence d'un excès d'acide nitrique pour éviter le phénomène d'hydrolyse.

J'ai, pour cela, mis en présence de nitrate ordinaire cristallisé des solutions contenant le même taux pour 100 d'acide nitrique, mais dans lesquelles une des séries de liqueurs était additionnée d'acétone. Voici les résultats obtenus (température ordinaire; corps dissous : nitrate de bismuth) :

Première expérience.

Liqueur dissolvante contenant 2,30 molécules-gramme d'acide nitrique par litre :

	Sans acétone.	Avec 16,666 pour 100 d'acétone.
Bismuth dissous (atomes-gramme par litre)..........	2,04	1,89

Deuxième expérience.

Liqueur dissolvante contenant 0,922 molécule-gramme d'acide nitrique par litre :

	Sans acétone.	Avec 6,666 pour 100 d'acétone.	Avec 13,333 pour 100 d'acétone.
Bismuth dissous (atomes-gramme par litre).....................	2,23	2,17	2,08

L'action insolubilisante de l'acétone sur le nitrate de bismuth se trouvant ainsi démontrée, restait à voir si l'addition de ce corps augmentait le degré d'hydrolyse ainsi que je l'avais prévu.

Pour cela je préparais tout d'abord une solution de nitrate de bismuth en dissolvant du sel dans un mélange d'acide nitrique et d'eau distillée. La solution ainsi préparée contenait 1,05 atome-gramme de bismuth par litre. A 5^{cm^3} de cette solution furent ajoutés successivement 100^{cm^3} d'eau distillée et 100^{cm^3} d'eau distillée contenant 5 pour 100, 10 pour 100 et 20 pour 100 d'acétone. La décomposition hydrolytique se produisait, et quand l'équilibre était établi, je dosais le bismuth dissous dans la liqueur; les résultats obtenus étaient les suivants :

	Bismuth par litre (atomes-milligramme).
Addition de 100^{cm^3} d'eau distillée	38,5
Addition de 95^{cm^3} d'eau distillée et de 5^{cm^3} d'acétone	29,9
Addition de 90^{cm^3} d'eau distillée et de 10^{cm^3} d'acétone	27,9
Addition de 80^{cm^3} d'eau distillée et de 20^{cm^3} d'acétone	24,1

Une autre solution primitive contenant 1,78 atome-gramme de bismuth par litre, 10^{cm^3} de cette liqueur étaient additionnés de 30^{cm^3} d'eau pure et de 30^{cm^3} d'eau contenant 2 pour 100 d'acétone; la liqueur d'équilibre contenait, dans le premier cas, par litre 28,9 atomes-milligramme de bismuth, dans le second 27 atomes-milligramme.

L'action prévue de l'acétone sur le degré d'hydrolyse se trouve nettement démontrée dans le cas actuel; j'ai pu observer d'autres exemples de ce phénomène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des acides aminés en présence de la glycérine : cycloglycylglycines et polypeptides.* Note de M. **L.-C. Maillard**, présentée par M. Armand Gautier.

L'intérêt des biologistes a été éveillé aussi vivement que celui des chimistes par les synthèses de M. E. Fischer, qui a réussi à greffer les unes sur les autres des molécules d'amino-acides pour réaliser des chaînes déjà longues, les polypeptides, analogues aux constituants des peptones naturelles. Mais le fait que ces synthèses mettent en jeu des réactifs tels que l'alcool absolu, le gaz chlorhydrique, le brome, le chlorure de thionyle, l'ammoniaque concentrée, etc., les placent un peu à l'écart du domaine biologique. Aussi me permettra-t-on de signaler, à côté de l'œuvre retentissante de l'école allemande, quelques recherches plus limitées, mais où certains enchaînements d'acides aminés n'exigent que la présence auxiliaire

d'une substance très répandue chez les êtres vivants, et un mécanisme de déshydratation voisin peut-être de ceux qu'ils utilisent constamment.

Des tentatives pour obtenir les glycérides des amino-acides ne m'ont donné jusqu'ici que des résultats nuls (¹), mais m'ont permis des constatations précises et assez étendues sur le rôle de la *glycérine* en tant qu'agent de condensation des amino-acides.

En maintenant à 170°, en vase ouvert, un mélange de *glycocolle* avec quatre ou cinq fois son poids de glycérine, pendant un nombre d'heures suffisant pour chasser toute l'eau éventuelle de dissolution puis l'eau de réaction, j'ai constaté que la majeure partie du glycocolle s'anhydrise en *cycloglycylglycine* (²) (glycinanhydride de Th. Curtius; 2.5-diacipipérazine de E. Fischer) $\begin{array}{c} NH.CH^2.CO \\ | \qquad\quad | \\ CO.CH^2.NH \end{array}$. Cette substance a été identifiée par l'analyse, les propriétés, la transformation en glycylglycine. En présence de quatre ou cinq parties de glycérine, cette réaction est si prépondérante qu'on peut obtenir, en cycloglycylglycine isolée pure, jusqu'à 80 pour 100 de la quantité théorique, malgré des pertes assez notables à l'extraction.

De plus, j'ai découvert la formation transitoire d'une substance qui donne la réaction du biuret avec une magnifique teinte rose, et qui n'est autre qu'un tétrapeptide, la *triglycylglycine*

$$H^2N.CH^2.CO - NH.CH^2.CO - NH.CH^2.CO - NH.CH^2.COOH.$$

La triglycylglycine achève à son tour de s'anhydriser en une *cyclopolyglycylglycine* $(-NH.CH^2.CO-)^n$ qui est peut-être la cycloheptaglycylglycine, octopeptide cyclique. Enfin la triglycylglycine fournit très facilement, par une réaction secondaire intéressante, un hexapeptide, la *pentaglycylglycine* $H^2N.CH^2.CO - (NH.CH^2.CO)^4 - NH.CH^2.COOH$.

(¹) Balbiano et Trasciatti (*Ber. d. d. chem. Ges.*, t. XXXIII, 1900, p. 2323; t. XXXIV, 1901, p. 1501; *Gazz. chim. ital.*, t. XXXII, I, 1902, p. 410) se sont heurtés au même insuccès. Je l'explique aujourd'hui par la très grande fragilité de ces éthers, dont il sera question plus loin.

(²) Je propose cette dénomination nouvelle, parce que celle de glycinanhydride est au moins à triple sens, et que celles de 2.5-diacipipérazines et de 2.5-dikétopipérazines ne sont peut-être pas, de l'avis même de M. E. Fischer, à l'abri de toute objection. De plus, ma nomenclature me paraît avoir l'avantage de ne pas masquer les relations très étroites de ces substances avec les acides aminés: le nom de *cyclotyrosylleucine*, par exemple, me semble plus significatif que celui de 3-*paraoxyphénylméthyl*-6-*isobutyl*-2.5-*dikétopipérazine*.

L'apparition de ce groupe de corps, peu importante en présence de 4 ou 5 parties de glycérine, peut devenir prépondérante lorsqu'on diminue la proportion de cette substance. J'indiquerai ultérieurement les caractères qui m'ont permis d'identifier ces corps, ainsi que les séries de déterminations quantitatives à l'aide desquelles j'ai pu traduire en courbes la marche horaire des diverses transformations. Enfin, je mentionne la production d'une *matière colorante brune*, provenant d'une altération secondaire de la cycloglycylglycine, je crois, par oxydation.

Par la même méthode, j'ai transformé la sarcosine en *cyclosarcosylsarcosine*, l'alanine en *cycloalanylalanine*, la leucine en *cycloleucylleucine* (leucinimide). Tous ces corps ont été obtenus à l'état de pureté parfaite, analysés, identifiés avec certitude. La méthode ne s'applique donc pas seulement au glycocolle, mais repose sur une propriété commune à ses homologues, qu'ils soient substitués à l'azote (sarcosine) ou au carbone (alanine, leucine), et en ce qui concerne au moins les amino-acides simples. J'étudie en ce moment l'allure des amino-acides dont la molécule se complique de fonctions particulières.

La réaction est générale, en ce sens qu'elle s'applique aussi à la synthèse des *cycloglycylglycines mixtes :* j'ai obtenu une *cycloleucylvaline* identifiée par l'analyse ; et le produit de condensation d'un mélange équimoléculaire d'alanine et de glycocolle diffère des produits fournis séparément par chacun de ces corps.

En ce qui concerne le mécanisme de la réaction, je pense qu'il consiste en une *éthérification transitoire*, l'éther glycérique formé étant plus instable que les éthers éthylique ou méthylique, et se détruisant beaucoup plus vite encore, mais de la même façon, avec formation d'une cycloglycylglycine et régénération de l'alcool. J'interprète donc ma réaction comme une généralisation de celle de Th. Curtius, qui concerne les éthers méthyliques et éthyliques ; pour le confirmer, je recherche l'influence de divers milieux, de nature *alcoolique* ou *non*. Des essais préliminaires avec l'*acide* phosphorique n'ont donné aucune condensation du glycocolle.

La glycérine, qui fournit avec les acides gras des glycérides *stables* (Synthèse des graisses, Berthelot, 1854), fournit avec les acides aminés des glycérides *instables*, qui réalisent aujourd'hui la synthèse des premiers termes protéiques.

Il est possible que les diastases des êtres vivants réalisent, en fait, des synthèses de ce type.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur le dimorphisme du bichromate de rubidium.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Armand Gautier.

Ce sel a donné lieu à d'importantes discussions, parce que les deux espèces de cristaux paraissaient pouvoir se former en même temps dans certaines conditions, quoique le dimorphisme dépende évidemment de la température. Il est exact, en effet, que le cristal rouge (celui qui correspond au bichromate de potassium) placé dans la solution où se forme l'autre continue à rester réfléchissant. De ce fait on concluait qu'il continuait aussi à s'accroître et qu'il n'y avait aucune différence de solubilité.

Or la cause à laquelle on attribue ces dimorphismes c'est qu'il existe deux espèces d'isomères ou polymères capables de se transformer l'une dans l'autre et dont les courbes de solubilité se coupent au point critique de température.

En essayant de reproduire l'expérience j'ai remarqué que, de même que pour le chloroplatinate de diméthylamine que j'avais étudié jadis, il y a un moyen chimique de produire facilement le même effet que la différence de température, ce qui déjà milite en faveur de l'explication qui vient d'être donnée; il suffit en effet d'ajouter un peu d'acide pour n'avoir que du sel rouge, et un peu de base pour n'avoir que le sel jaune; ici, c'est probablement l'acide qui change de nature dans le sel neutre. Mais quoi qu'il en soit, on fait à volonté l'un ou l'autre indépendamment de la température, ce qui est très commode pour répéter l'expérience en toute saison. Or, ayant déposé dans une solution additionnée de base fournissant des cristaux de bichromate jaune un grand cristal rouge, celui-ci resta en effet réfléchissant, mais si l'on prolonge l'expérience on voit le cristal se creuser et se transformer en un squelette ne renfermant que certaines arêtes, pour finir enfin par s'affaisser et disparaître! Il est connu que certaines parties des cristaux se dissolvent plus volontiers que d'autres, mais il n'en résulte pas moins de cette observation que, dans ces conditions, le cristal rouge est un peu plus soluble, puisqu'il se dissout alors que les autres augmentent.

On peut tirer aussi de cette observation la conclusion que, lorsqu'on observe un cas qui est en apparence contraire aux lois connues, il ne faut pas conclure à l'inexactitude de celles-ci avant d'avoir examiné le problème sous toutes ses faces.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition chimique de quelques Champignons supérieurs.* Note de MM. **A. Goris** et **M. Mascré**, présentée par M. Guignard.

Nous présentons ici un résumé des résultats obtenus par nous dans l'étude chimique de quelques Champignons supérieurs. Le point de départ de ces recherches a été le suivant :

Au contact du réactif de Ronceray (eau 2^{cm^3}, acide sulfurique 2^{cm^3}, vanilline $0^g,25$), la plupart des Champignons donnent une coloration rosée, particulièrement sensible dans les basides, quelquefois (lactaires) une coloration bleue (Arnould et Goris, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1199). Les recherches entreprises pour isoler le corps, probablement à fonction phénolique qui donne cette coloration, n'ont pas encore abouti actuellement.

Mais nous avons été amenés à isoler de quelques espèces :

1° De l'*urée;*

2° Deux *cholestérines*, identiques dans les diverses espèces traitées;

3° Un corps nouveau, particulièrement extrait du *Collybia maculata* Alb. et Sch. et dont nous donnons quelques caractères.

Un même traitement appliqué à toutes les espèces expérimentées permet d'isoler ces trois composés. Le principe en est le suivant: les Champignons, après récolte, sont séchés aussi rapidement que possible. Pulvérisés, ils sont épuisés à plusieurs reprises par l'acétone bouillant. Les liqueurs acétoniques, évaporées, abandonnent un extrait, d'aspect généralement huileux et plus ou moins coloré. Cet extrait est repris par l'eau. On sépare la liqueur aqueuse (liqueur A).

La partie insoluble dans l'eau est desséchée dans le vide sulfurique et reprise par l'éther sulfurique ordinaire. On obtient ainsi une liqueur éthérée (liqueur B).

Le résidu insoluble dans l'éther est repris à nouveau par l'acétone (liqueur C).

Isolement de l'urée. — De la liqueur aqueuse A suffisamment concentrée, on sépare l'urée sous forme d'oxalate peu soluble. L'urée est mise ensuite en liberté de ce sel par le CO^3Ba, dissoute par l'eau ou par l'alcool, et, après cristallisation, caractérisée par son point de fusion (133°), ses réactions de précipitation (acide azotique, acide oxalique) ou de coloration (furfurol et acide chlorhydrique, réactif de Ronceray).

Par cette méthode, l'urée a été caractérisée dans *Tricholoma Georgii* Fr. (Goris et

MASCRÉ, *Comptes rendus*, t. 147, 1908, p. 1488). Nous l'avons retrouvée l'année suivante dans la même espèce. Nous l'avons signalée également dans *Psalliota campestris* L., récolté dans les prés. Nous ne l'avons pas retrouvée dans *Ps. campestris* cultivé. Nous ne l'avons pas retrouvée non plus dans *Lycoperdon Bovista* L. et *Lyc. gemmatum* Fl. *dan.* où Bamberger et Landsiehl l'avaient signalée (*Mon. f. Chem.*, t. XXIV, 1903, p. 218). Un certain nombre d'autres espèces ont donné, soit des résultats négatifs, soit des résultats douteux à cause de la petite quantité soumise au traitement.

Isolement des cholestérines. — La solution éthérée B est évaporée. Le résidu est repris par de petites quantités d'éther de pétrole ; celui-ci dissout les matières grasses (non étudiées encore) et laisse un résidu qu'on dissout dans l'acétone bouillant. Par refroidissement, on obtient une certaine quantité d'aiguilles cristallisées.

Le corps ainsi obtenu, purifié par cristallisations successives, peut être considéré comme constitué par l'*ergostérine* de Tanret : il fond à 165° et son pouvoir rotatoire est $[\alpha]_D = -126°$ en solution chloroformique. Il donne les diverses réactions spéciales à l'ergostérine et présente les mêmes solubilités. Elle est accompagnée de son homologue inférieur, la *fongistérine* signalée par Tanret, également dans l'ergot de seigle (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XV, p. 313).

Nous avons obtenu ces deux cholestérines à partir des espèces suivantes : *Lactarius piperatus* Scop., *Lepiota procera* Scop., *Lycoperdon bovista* L., *Psalliota campestris* L., *Ps. xanthoderma* Genevier, *Collybia maculata* Alb. et Sch., *Coll. phœopodia* Bull., *Hebeloma firmum* Pers., *Craterellus cornucopioides* L., *Hydnum repandum* L., *Hygrophorus limacinus* Scop., *Tricholoma Georgii* Fr., *Tr. album* Sch., *Tr. pessundatum* Fr., *Tr. terreum* Sch., *Clavaria flaccida* Sow.

M. Gérard [1] avait extrait d'un certain nombre de Champignons diverses cholestérines de constantes physiques variables. Il faut considérer, ainsi que Tanret en avait émis l'hypothèse, que tous les produits obtenus par Gérard sont des mélanges, en proportions variables, d'ergostérine et de fongistérine.

Il est remarquable que des espèces aussi nombreuses et aussi variées renferment toutes les mêmes cholestérines, curieuse rencontre qui fait de ces substances un produit normal, semble-t-il, des Champignons supérieurs, et dont la signification serait intéressante à étudier par le biologiste.

Isolement d'un composé nouveau. — La solution acétonique C donne par cristallisation un produit que nous croyons nouveau, ou, du moins, qui n'a pas encore été signalé dans les Champignons. Nous l'avons obtenu particulièrement avec *Collybia maculata*. Cette espèce nous a donné quatre années de suite le même corps, malheureusement avec un rendement très faible, environ 50cg à 75cg par kilogramme de poudre sèche. Aussi ne pouvons-nous en donner actuellement que les caractères suivants qui

(1) *Comptes rendus*, t. 114, 1892, p. 1544; t. 124, 1895, p. 725; t. 126, 1898, p. 908.

permettent de l'identifier, mais sans avoir encore de données suffisamment précises sur sa nature physique et sa signification biologique.

Les caractères que nous en connaissons sont les suivants : volumineux cristaux blancs, solubles dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme, la benzine, insolubles dans l'eau, dans l'éther. Le point de fusion au bloc Maquenne est 201°-202°. La solution chloroformique ne donne pas la réaction des cholestérines. Le corps ne renferme pas d'azote ; il n'a pas de réaction acide.

Nous pensons d'ailleurs que ce corps n'est pas spécial au *Collybia maculata*. Nous en avons extrait, mais encore en petite quantité, de l'*Hebeloma firmum* Pers.

En résumé : 1° la signification de l'urée nous échappe encore. Sa présence n'est pas constante, et, mises à part les causes d'erreur provenant des influences extérieures, nous voyons que cette présence varie avec le moment et le milieu de culture;

2° Les diverses cholestérines signalées dans les Champignons ne sont que des mélanges d'ergostérine et fongistérine;

3° Nous avons extrait de *Collybia maculata* et d'*Hebeloma firmum* un corps qui nous paraît bien nouveau et dont nous nous proposons de poursuivre l'étude lorsque nous en aurons rassemblé une quantité suffisante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la tyrosine comme agent fixateur de l'iode dans la préparation des peptones iodées.* Note de M. **Paul Macquaire**, présentée par M. Armand Gautier.

A la suite de nombreux essais, exécutés sur des peptones d'origines diverses, j'ai constaté que, seules, les peptones trypsiques étaient susceptibles de contracter facilement, avec l'iode, une combinaison à une température inférieure à 100°.

En concentrant ces peptones iodées, j'en ai retiré un corps cristallisé soluble dans l'eau bouillante, très soluble dans l'eau ammoniacale, fondant à 197°, répondant à l'analyse suivante :

		Calcul sans cendres.	Calculé pour $C^9H^9I^2AzO^3$.
C	26,84	26,97	24,95
H	2,78	2,79	2,08
I	55,21	55,45	58,66
O	11,32	11,37	11,08
Az	3,41	3,42	3,23
Cendres	0,44		
	100,00	100,00	100,00

		Calculé pour la tyrosine diiodée privée d'iode $C^9H^9AzO^3$.
C	60,54	60,34
H	6,26	5,03
Az	7,68	7,82
O	25,52	26,81
	100,00	100,00

Ces chiffres me permettent d'affirmer que le corps cristallisé qui a été analysé est bien de la tyrosine diiodée accompagnée d'une très petite quantité de tyrosine non iodée; d'autre part, en reprenant ce produit par l'eau distillée bouillante, dans le but de le purifier, j'ai constaté que les eaux mères n'entraînaient aucune trace d'iode, ce qui prouve que l'iode est énergiquement retenu sous forme de tyrosine iodée.

J'en conclus que, dans la préparation des peptones iodées au moyen de peptone trypsique, c'est la tyrosine qui est le principal agent fixateur de l'iode à l'état de diiodotyrosine, conformément d'ailleurs à l'hypothèse émise par plusieurs savants dans cet ordre d'idées (1).

Je me propose de montrer bientôt que le corps que j'ai isolé se confond bien avec celui qu'on prépare en iodant directement la tyrosine obtenue par hydrolyse trypsique.

PHYSIOLOGIE. — *Ingestion d'acides minéraux chez un Chien partiellement dépancréaté.* Note (2) de MM. **H. Labbé** et **L. Violle**, présentée par M. A. Dastre.

Le mécanisme de défense d'un animal bien portant, contre l'intoxication par ingestion d'un acide minéral tel que l'acide chlorhydrique, consiste essentiellement en un supplément d'élimination des bases volatiles urinaires. L'augmentation des bases est proportionnelle à l'ingestion d'acide; et le rapport des bases à l'acide est sensiblement le rapport moléculaire. C'est dans l'alimentation carnée surtout que le Chien normal puise les élé-

(1) Chevalier, *Bulletin général de Thérapeutique*, t. CLXI, 1911, p. 230. — Albert Berthelot, *Comptes rendus*, t. 152, 15 mai 1911. — A. Oswald, *Zeits. f. physiol. Chemie*, 1911, p. 310.

(2) Présentée dans la séance du 20 novembre 1911.

ments de sa résistance à l'intoxication acide, car cette résistance diminue, si on met l'animal au jeûne, ou à une nourriture exempte de protéines.

Le Chien partiellement dépancréaté paraît absorber moins bien les protéines alimentaires et son métabolisme azoté est particulièrement atteint. L'animal lésé doit donc supporter plus difficilement l'intoxication acide, et c'est dans ce sens qu'ont conclu certains auteurs (Eppinger), mais sans s'appuyer sur des chiffres précis. Aussi avons-nous cru intéressant de reprendre l'étude des effets de l'ingestion des acides minéraux chez un Chien partiellement dépancréaté (ablation des $\frac{6}{7}$ du pancréas; opération par Thiroloix).

Le 5 mai, on fait ingérer à l'animal dépancréaté 10^{cm^3} d'une solution d'acide chlorhydrique normale, dilués dans 50^{cm^3} d'eau. Le tout est incorporé par imbibition à la nourriture habituelle. L'animal ne montre aucune répugnance à consommer la viande acide, même lorsque les doses d'acide sont plus élevées et plus concentrées à la fin de l'expérience. Celle-ci a duré 27 jours, sans discontinuité, et la dose quotidienne d'acide chlorhydrique offerte a atteint, vers la fin, le chiffre très élevé de 60^{cm^3} de HCl normal, ce qui, en poids, représente $2^g,19$ d'acide pur. Le poids moyen de l'animal étant $4^{kg},250$ pendant cette période, nos dernières ingestions d'acide représentaient une dose de près de $0^g,50$ de HCl par kilogramme corporel. Le Tableau ci-dessous résume les résultats :

Moyenne des différentes périodes de l'épreuve d'acide chlorhydrique chez un Chien partiellement dépancréaté.

Périodes.	Poids.	Alimentation (viande).	NH^3 (formol).	NH^3 (magnésie).	NH^3 (aminés).	NCl (ingéré).
Préliminaire (27 avril-5 mai).....	kg 5,720	g 350	0,89	0,37	0,52	0
α (5-8 mai)....................	5,570	350	0,96	0,46	0,50	0,365
β (8-19 mai)....................	5,300	311	0,94	0,53	0,41	0,646
γ (19-30 mai)....................	4,530	263	0,16	0,76	0,40	1,20
δ (30 mai-2 juin)................	4,200	309	1,13	0,93	0,20	1,75

Bases volatiles (en NH^3*) éliminées par 24 heures, en excès.*

Périodes.	NH^3 (formol).	NH^3 (magnésie).	NH^3 (nécessaire pour neutralisation de l'acide).
Préliminaire.................	0	0	0
α..........................	0,07	0,09	0,17
β..........................	0,05	0,21	0,30
γ..........................	0,35	0,49	0,55
δ..........................	0,27	0,62	0,81
Ensemble des périodes........	0,18	0,35	0.45

Ces chiffres n'autorisent pas à conclure à une altération de la fonction de neutralisation acide par ablation du pancréas. Des doses d'acide chlorhydrique, supérieures aux doses administrées à nos Chiens normaux dans les expériences précédentes, ont provoqué une saturation aussi bonne. *En apparence*, le Chien partiellement dépancréaté a donc aussi bien résisté à l'intoxication acide que le Chien bien portant.

En réalité, l'effort demandé à l'animal dépancréaté, pour résister à l'intoxication, l'atteint profondément dans sa nutrition générale et dans sa nutrition azotée. Alors que les ingestions acides ne provoquaient chez l'animal sain aucune perte de poids, et qu'il conservait son équilibre azoté, le Chien dépancréaté a perdu $1^{kg},450$ au cours de l'épreuve, soit $51^{g},70$ quotidiens. La nutrition azotée n'a pas moins souffert. Le coefficient d'utilisation azotée, chez notre animal, a atteint une valeur très basse : 61,92 pour 100, alors que la moyenne du coefficient, avant intoxication, était de 75,50 pour 100.

La qualité des échanges azotés s'est également modifiée sous l'influence de l'acide. Chez l'animal normal, la fraction aminée de l'azote urinaire était restée constante; chez le Chien dépancréaté, le besoin d'ammoniaque amène une diminution de l'azote aminé qui, de $0^{g},52$ de moyenne quotidienne, avant intoxication, descend à $0^{g},20$. Tout se passe comme si l'animal utilisait mieux ses acides aminés, en vue de la défense de l'organisme contre l'intoxication acide.

MÉDECINE. — *De la durée de l'immunisation, par voie intestinale, contre l'infection éberthienne expérimentale, chez le lapin.* Note de MM. **J. Courmont** et **A. Rochaix**, présentée par M. Chauveau.

Nous avons démontré [1] qu'on peut vacciner le lapin, contre l'inoculation intra-veineuse du bacille d'Eberth virulent, en lui introduisant, une quinzaine de jours auparavant, dans le gros intestin, deux ou trois lavements de 100^{cm^3} de culture de bacille d'Eberth, tuée par la chaleur ($+53°$).

Combien de temps dure cet état vaccinal? Nous avons fait un certain nombre d'expériences. En voici deux à titre d'exemples :

---

[1] J. Courmont et A. Rochaix, *Comptes rendus*, 20 mars, 10 avril 1911; *Presse médicale*, 3 juin 1911; *Mémoires de la Revue de Médecine en l'honneur du Professeur R. Lépine*, octobre 1911, p. 219.

Expérience I. — 5 lapins reçoivent 3 lavements de 100^{cm^3} de vaccin, les lapins A et B, les 15, 17 et 20 février 1911; le lapin C, le 20 février, le 4 mars et le 15 mars; les lapins D et E, le 23 février et les 2 et 8 mars 1911.

Le 14 juin 1911, 4 mois après pour les lapins A et B, on inocule, dans le sang, à tous ces animaux, ainsi qu'à 3 témoins, 5^{cm^3} de culture d'Eberth de virulence moyenne. Des 3 témoins, 2 meurent en 9 heures et 1 en 20 heures. Des 5 vaccinés, le lapin B meurt au bout de 2 jours; les lapins A et C au bout de 5 jours; D et E survivent.

L'immunisation est donc solide après plus de 3 mois et encore appréciable après 4 mois.

Expérience II. — 4 lapins reçoivent plusieurs lavements de 10^{cm^3} de vaccin :

Le lapin A, le 26 janvier et le 7 février 1911 ;

Le lapin B, le 15 février, les 17 et 20 février 1911 ;

Le lapin C, le 22 février, les 1er et 8 mars 1911 ;

Le lapin D, le 23 février, les 4 et 8 mars 1911.

Le 29 septembre 1911, tous ces animaux ont reçu leur dernier lavement de vaccin depuis plus de 6 mois. On leur inocule, dans le sang, ainsi qu'à 3 témoins, $3^{cm^3},5$ d'une culture d'Eberth de virulence moyenne. Les lapins vaccinés ne présentent aucun symptôme immédiat. Au bout de 5 heures environ, le lapin A devient dyspnéique, il est abattu. Il meurt en 24 heures. Le lapin D meurt en 36 heures environ, sans avoir présenté de symptômes bien apparents. Les deux autres survivent. Aucun d'eux n'a eu de diarrhée. Quant aux 3 témoins, ils présentent rapidement une dyspnée intense, une diarrhée abondante et même sanguinolente; ils sont très abattus. 2 meurent en moins de 24 heures, l'autre se rétablit peu à peu et survit.

A l'autopsie le lapin A présente des lésions tuberculeuses (il doit être éliminé).

Restent 6 lapins : 2 vaccinés sur 3 résistent; 2 témoins sur 3 succombent.

Après 6 mois, l'immunisation est encore appréciable.

Conclusion. — L'introduction d'une culture complète de bacille d'Eberth tuée à $+53°$, dans le gros intestin du lapin, crée un état d'immunité qui est encore appréciable au bout de 6 mois.

MÉDECINE. — *Du rhodium colloïdal électrique.* Note de M. **André Lancien**, présentée par M. d'Arsonval.

Physicochimie. — Le rhodium a été déjà obtenu à l'état colloïdal par voie chimique (¹). Nous l'avons préparé par voie physique par la méthode

(¹) Lottermoser, *Ueber anorg. Kolloid*, Stuttgard, 1901. — Gutbier und Hofmeier, *Journ. prakt. Chem.*, 2e série, t. LXXI, 1905, p. 452.

de Bredig modifiée, en partant du rhodium, métal extrêmement pur et fondu en crayons très homogènes.

L'excipient employé est l'eau distillée quatre fois et longuement bouillie, de conductivité 1×10^{-6}. L'intensité électrique employée est très faible et le voltage assez élevé. De cette façon, on obtient un liquide colloïdal brun, à granules ultramicroscopiques grisâtres très fins, dont le déplacement moyen a été enregistré au cinématographe, en nous servant d'un ultramicroscope de quartz éclairé par une source riche en rayons ultraviolets. En appliquant la méthode indiquée par V. Henri pour l'analyse physique du latex du caoutchouc, et les formules d'Ehrenhaft et d'Einstein, nous avons trouvé que le diamètre de nos corpuscules ultramicroscopiques est égal à $5^{\mu\mu}$.

Ce liquide de Bredig pur est le siège de deux mouvements : 1° un mouvement réellement brownien; 2° un mouvement signalé par Raphaël Dubois, de Lyon, dès 1886 (mouvement curviligne de la particule).

La conductivité de ce liquide est sensiblement celle de l'eau employée. De très légères bandes d'absorption sont visibles au spectroscope.

Ce liquide de Bredig, très stable, dosé à l'électrolyse et par voie humide, donne une teneur en métal : $0^{cg},20$ par litre. Cette teneur est très constante quand le liquide est le siège d'un champ de haute fréquence intense, et que les quantités d'électricité employées varient peu.

Nous poursuivons nos études sur ce nouveau colloïde électrique.

Biologie. — 1° Nous avons examiné, avec le Dr Louis Thomas, l'action bactéricide du rhodium colloïdal rendu infiniment stable par des traces infinitésimales de glycocollate de soude, et isotonique, par suite directement injectable, par l'addition de chlorure sodique.

Pour ces essais nous avons employé :

1° Le liquide de Bredig stabilisé;

2° Le liquide de Bredig évaporé dans le vide.

Dans ce dernier cas on obtient une pellicule sèche, à saveur styptique, soluble très facilement dans l'eau distillée bouillie et stérilisée aux rayons ultraviolets et redonnant par suite la solution de Bredig stabilisée.

Des ensemencements sur gélose ou bouillon ont été faits avec de l'éberth, du coli, du pneumocoque, méningocoque, staphylocoque doré. On opérait toujours avec des tubes témoins de même composition (les tubes non témoins contenaient 1^{cm^3} de liquide rhodique à $0^{cg},20$ pour 1000 pour 20^{cm^3} de bouillon). Après 8 jours les tubes étaient examinés à l'ultramicroscope

et l'on remarquait que les microbes ne cultivaient plus dans les milieux rhodiques.

2° Nous avons examiné, au point de vue toxicité, le rhodium colloïdal électrique. Les expériences ont été faites sur des poissons (tanches et cyprins), des grenouilles, des lapins, des chiens. Nous en avons conclu que le rhodium colloïdal électrique n'était pas du tout toxique, et qu'il fallait en injecter des doses infiniment élevées (représentant $0^g,70$ de rhodium pur pour le chien) pour arriver à un désordre physiologique passager. De plus, ce liquide n'a aucune action appréciable sur le système nerveux, les reins, le sang circulant.

3° Nous avons étudié son action thérapeutique à l'hôpital de la Pitié dans le service du professeur Thiroloix :

a. Dans cinq pneumonies graves : après les injections de 6^{cm^3} intraveineuses, la période d'effervescence s'est manifestée au bout de 4 jours.

b. Dans sept cas de fièvre typhoïde : le rhodium colloïdal a abaissé très manifestement la température en 3 heures, après une ou deux injections de 3^{cm^3} ou 6^{cm^3} de rhodium.

c. Dans un cas d'appendicite à forme gangréneuse avec péritonite septique, dans un cas d'endopéricardite : dans ces deux cas le rhodium colloïdal a donné les effets les meilleurs.

d. Dans trois cas d'entérite grave avec accès fébrile (40°), dans cinq cas de fièvre paludéenne : la température est tombée de 40° à 38° après 5 heures, pour devenir constante, puis baisser encore jusqu'à la normale.

e. Dans cinq cas de septicémie post-opératoire, l'accès fébrile est tombé et l'amélioration a été rapide et constante.

f. Chez trente tuberculeux à accès fébrile avec grandes oscillations, la température est tombée entre 37° et 38° après une injection de 2^{cm^3} tous les 5 jours : l'état satisfaisant est resté constant des semaines.

Dans tous les cas, les injections ont été indolores, résorbées très rapidement lorsqu'elles étaient sous-cutanées ou intra-musculaires. Nous n'avons jamais eu aucun accident; de plus, quelques heures après l'injection, la température baisse régulièrement pour arriver à la normale, et dans aucun cas nous n'avons obtenu de température plus forte dans l'heure qui suit l'injection. Aucune action sur le foie et les reins.

Dans tous les cas examinés, les urines ont été analysées et l'on a trouvé chaque fois une augmentation de chlorures, d'acide urique, et une *diminution considérable* d'urobiline, et des composés indoliques et scatoliques.

Dans tous les cas, hyperleucocytose.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Le déterminisme de l'isolement des larves solitaires.* Note de M. **Étienne Rabaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Un assez grand nombre de larves vivant dans des conditions diverses, en particulier à l'intérieur des tissus végétaux, sont constamment solitaires. Bien des naturalistes, anciens ou récents ([1]), n'hésitent pas à voir dans cet isolement la manifestation d'un instinct spécial prévenant les larves, qui s'apprêtent à occuper une place, que celle-ci est déjà prise.

L'étude précise des phénomènes montre que cette conception repose sur des données insuffisantes, et déformées par le point de vue téléologique.

J'ai spécialement suivi la manière dont se comportent deux chenilles de Microlépidoptères : *Olethreutes oblongana* Hw., *Myeloïs cribrella* Hb. et une larve Coléoptère, *Larinus vittatus* L. Ces trois larves vivent constamment isolées, la première dans les capitules de *Dipsacus sylvestris* Mill., la seconde dans les capitules, puis dans les tiges de divers Chardons, la troisième dans les capitules de *Carlina corymbosa*.

Pour *O. oblongana* et *L. vittatus*, l'origine de l'isolement est très facile à saisir sur le fait.

Si, en effet, on ouvre les capitules à l'époque où ces larves sont encore très jeunes, il n'est pas rare de trouver 3 à 4 individus, et souvent plus, rongeant les parties différentes du même capitule; séparées par une épaisseur variable de substance végétale, ces larves s'ignorent mutuellement de la façon la plus complète; la présence de la première n'a pas empêché les autres de pénétrer.

Un moment vient où, la nourriture étant épuisée, le contact s'établit entre les larves; alors, ou bien toutes les larves sauf une émigrent, ou bien elles s'entretuent, l'un ou l'autre mode étant fonction des conditions du milieu. La migration est possible, probable, sinon certaine, pour les larves de *Larinus* qui habitent un capitule de Composée et peuvent facilement passer au dehors en s'insinuant entre les fleurons. Au contraire, les chenilles d'*O. oblongana*, enfermées dans un réceptacle clos, dont les orifices de pénétration sont obturés par la croissance, ne peuvent émigrer : elles s'entretuent.

L'isolement apparaît donc comme secondaire dans le cas des larves jeunes envahissant simultanément une même partie de plante.

Il est également secondaire dans le cas de larves plus âgées, changeant

---

([1]) Voir en particulier : P. Portier, *Recherches physiologiques sur les Champignons entomophytes.* Thèse Fac. Sc. de Paris, 1911.

d'habitat au moment de la nymphose. *Myeloïs cribrella*, par exemple, passe du capitule de *Cirsium* dans la tige; là, chaque chenille délimite une loge où elle est constamment seule. Cet isolement ne signifie nullement que la présence d'un individu dans une tige soit perçu en quelque manière par les autres individus et empêche leur pénétration éventuelle dans cette tige. La disposition des loges, leur voisinage immédiat dans certains cas, la nature de la cloison qui les sépare, leurs dimensions indiquent fréquemment la pénétration d'une ou même de deux chenilles dans la loge d'une autre chenille précédemment installée.

Expérimentalement, j'ai pu provoquer cette pénétration, tant avec *Myeloïs cribrella* qu'avec *Olethreutes oblongana*.

Dans l'un et l'autre cas, une chenille placée à l'entrée d'une loge a pénétré franchement, sans marquer aucun mouvement de recul ; la première occupante n'a pas manifesté davantage. C'est seulement une fois au contact que les deux chenilles ont échangé des coups de mandibule, à la suite desquels l'une d'elles a reculé progressivement jusqu'au dehors. Si tout orifice de sortie est supprimé, le comportement diffère suivant les larves considérées. Les individus d'*O. oblongana* se sont violemment mordus, jusqu'à ce que la mort s'ensuive, pour l'un au moins et parfois même pour les deux ; le survivant dévore partiellement l'autre. Pour *Myeloïs cribrella*, la poursuite d'un individu par l'autre cesse au bout d'un instant, si les dimensions de la loge sont suffisantes : placés dans un tube court (5^{cm}) percé aux deux bouts, l'un des deux individus refoule l'autre jusqu'à l'une des extrémités sans le blesser, et établit une cloison. Placés au contraire dans un tube suffisamment étroit ($1^{cm},5$) pour maintenir le contact, les morsures ne cessent qu'avec la mort de l'un au moins des deux individus.

Dans les conditions spontanées, des faits analogues se reproduisent ; l'isolement provient alors, soit de la mort de toutes les larves sauf une, soit de la séparation qu'elles établissent entre elles au fur et à mesure qu'une nouvelle s'installe.

Ces faits semblent pouvoir être généralisés. Suivant toutes probabilités, jamais l'occupation préalable d'un habitat n'empêche une larve de s'y installer; la première occupante, aussi bien que la nouvelle venue, s'ignorent mutuellement. Tel est probablement le cas de *Nonagria typhæ*, à laquelle Portier prête la « crainte d'être mangée ».

La question n'est donc pas de savoir grâce à quelle influence mystérieuse une larve isolée évite l'envahissement, mais bien plutôt l'origine de cette incapacité où paraissent se trouver deux larves semblables à demeurer ensemble.

Cette incapacité n'est pas particulière aux larves vivant dans les plantes,

On sait, par exemple, que les larves vagabondes d'*Ocypus olens* se précipitent l'une sur l'autre quand elles se rencontrent; de même, les larves de *Chrysis dicroa* Dhlb. observées par Ferton ([1]), quand elles se trouvent à plusieurs dans un nid d'Osmie; de même aussi les larves de *Sitaris colletis*, etc.

Que signifie ce comportement? Il y a antagonisme apparent entre les conditions qui entraînent les larves dans un habitat déterminé et la répulsion que manifestent les individus les uns pour les autres.

Quand il s'agit de larves jeunes, l'insuffisance de nourriture rendrait presque soutenable le point de vue concurrence vitale, si, à ces larves solitaires, ne s'opposaient les larves grégaires pour lesquelles la question de nourriture se pose dans des conditions analogues. On sait, en particulier, que les larves de *Limnœcia phragmites* Ptt. vivent en société dans la massette de *Typha latifolia*. D'ailleurs, quand il s'agit de larves parvenues à leur complet développement, l'abondance ou la disette n'entrent plus en ligne de compte et, du point de vue darwinien, ce comportement des larves solitaires paraît plutôt nuisible à l'espèce, puisqu'il a pour conséquence la mort d'individus dont la faiblesse résulte uniquement, dans bien des cas, de leur jeune âge relatif.

Au surplus, le comportement de *Myeloïs cribrella* ne cadre même pas avec cette vue abusive. Les larves, en effet, s'éloignent l'une de l'autre à peine entrées en contact; elles ne s'entretuent pas, si rien ne maintient le contact. Tout se passe, en somme, comme si l'isolement était la condition dernière, sans qu'on puisse apercevoir aucune conséquence ni pour l'individu, ni pour la lignée.

La question reste entière à cet égard. Nous pouvons simplement conclure que l'isolement des larves solitaires résulte d'une séparation secondaire par des moyens divers. Aucun obstacle, sous aucune forme, ne s'oppose à ce qu'une larve pénètre dans un lieu déjà occupé par une larve semblable ou différente; la mise en contact seule détermine un mouvement de répulsion et rien n'empêche le contact de se produire.

([1]) Ch. Ferton, *Notes détachées sur l'instinct des Hyménoptères*, 3e série (*Ann. Soc. ent. Fr.*, 1905, p. 82).

ZOOLOGIE. — *Sur la progenèse parthénogénésique à longue échéance de* Chrysaora. Note de M. **Edgard Hérouard**, présentée par M. Yves Delage.

Dans ma Communication concernant les cycles évolutifs de l'Acraspède, j'ai signalé aux *Comptes rendus*, en 1909, la présence d'un cycle *Tæniolhydra* tout à fait inconnu jusqu'alors; ce cycle nouveau prend naissance par un kyste formé sous le disque pédieux du Scyphistome et j'avais pu expérimentalement en faire éclore un jeune polype.

Cette expérience montrait d'une façon certaine que ce kyste n'était pas un produit de rebut, par lequel le Scyphistome se serait débarrassé des déchets organiques, comme sa position, à l'endroit où d'autres polypes présentent un anus rudimentaire, aurait pu le faire supposer; elle montrait bien que ce kyste jouait un rôle actif dans l'évolution du polype, mais ne nous renseignait pas sur l'époque de son éclosion naturelle.

J'avais mis en observation de ces kystes, dont je connaissais d'une façon précise la date de formation et j'ai pu assister cette année à l'éclosion naturelle de l'un d'entre eux.

Un Scyphistome, ayant formé trois kystes pendant le printemps de l'année 1908, achevait d'en former un quatrième dans les derniers jours du mois de juillet de la même année. Le 12 août 1908, je détachai le Scyphistome formateur de son support, et la lame de verre sur laquelle étaient restés fixés les quatre kystes fut mise en observation dans un bac à eau courante maintenu à l'obscurité. A cette époque, ces kystes offraient un aspect translucide, les plus vieux présentaient cependant un peu plus d'opacité que le dernier formé.

Pendant l'hiver de 1908-1909, l'opacité s'accentua chez tous et, en août 1909, ils étaient devenus complètement opaques.

Leur aspect extérieur ne se modifia plus sensiblement dans la suite, si ce n'est que la masse protoplasmique sembla devenir plus turgescente à l'intérieur du kyste. L'année 1910 s'acheva sans autres modifications et je commençai à craindre que ces kystes ne soient morts, mais, dans l'incertitude, je continuai néanmoins à les observer.

Une troisième année se passa, et le 5 septembre 1911 aucuns faits nouveaux ne s'étaient produits, quand, les jours suivants, l'un de ces kystes donna enfin naissance à un petit polype qui sortit par son sommet et qui, le 20 septembre, présentait déjà treize tentacules.

Cette observation nous montre, d'une façon précise, ce fait important, que la vie latente peut se conserver dans le kyste pendant plus de trois années; mais ce document unique ne nous permet cependant pas de certifier que cette longue période doive aboutir fatalement à la fin de l'évolution du statoblaste. Les cas d'éclosions provoqués que j'ai signalés précédemment aux *Comptes rendus* de l'Académie et où des kystes plus jeunes donnaient naissance expérimentalement à des Scyphistomes normaux, d'une

part, et, d'autre part, l'état stationnaire dans lequel des kystes, ayant plus de trois années d'existence, sont restés jusqu'ici, semblent montrer que l'éclosion tient à une influence extérieure et que c'est de cette influence que dépend uniquement l'échéance de l'éclosion. J'ai montré expérimentalement que la rupture de l'enveloppe kystique avance cette échéance, mais il est douteux que le hasard d'une lésion soit la seule cause d'éclosion possible ; le desséchement du kyste au moment de la basse mer, les écarts de température peuvent probablement la déterminer, et c'est apparemment à cette dernière cause qu'est due l'éclosion naturelle que je viens de relater.

Les trois états correspondant aux divers modes de reproduction de *Chrysaora*, c'est-à-dire à la reproduction asexuée (kyste) ou bourgeonnement, et à la reproduction sexuée (strobilisation et éphyrulation), peuvent se rencontrer au cours d'une même année chez un même individu placé dans des conditions favorables. Ils se succèdent dans l'ordre que je viens d'énumérer et se partagent l'année en périodes quadrimestrielles. Les kystes se forment surtout de mars à juin, les bourgeons de juillet à octobre et l'état sexué se produit de novembre à février, l'éphyrulation ayant lieu dans le courant de décembre et parfois à la fin de novembre. Chez le Scyphistome ayant émis des éphyra, janvier et février correspondent à une période de repos. Ces trois périodes annuelles n'ont cependant rien d'absolu, et il n'est pas rare de voir ces périodes empiéter l'une sur l'autre et de trouver un même individu formant simultanément un kyste et un ou plusieurs bourgeons.

On peut donc affirmer aujourd'hui que le cycle *Tœniolhydra* de *Chrysaora* représente *une progenèse parthénogénésique destinée à assurer la conservation de l'espèce à longue échéance*. C'est le premier cas de pœdogenèse observé jusqu'ici dans l'embranchement des Cœlentérés.

PATHOLOGIE. — *Vaccination et sérothérapie antituberculeuses.* Note de M. Rappin, présentée par M. A. Laveran.

Les expériences de vaccination antituberculeuse des Bovidés, dont j'ai eu l'honneur de présenter les premiers résultats à l'Académie, au mois d'août 1909, m'ayant démontré depuis qu'il était possible, par la méthode que j'emploie, de conférer à ces animaux un degré certain d'immunisation,

j'ai utilisé le même procédé pour la préparation d'un sérum antituberculeux.

Je rappelle que cette méthode est basée sur l'emploi d'un antigène préparé de la façon suivante : après lavage à l'eau stérile et à l'eau additionnée de chlorure de sodium dans la proportion de 10 pour 100, les bacilles sont traités successivement par l'alcool, l'éther et le chloroforme, qui les dépouillent de leur enveloppe ciro-graisseuse, et soumis ensuite à l'action d'une solution de fluorure de sodium à 2 pour 100. Ainsi traités, ils ont perdu toute virulence, mais ils conservent une toxicité très élevée; aussi est-ce avec beaucoup de prudence que leur injection par voie intraveineuse doit être faite au cheval.

Le sérum que je prépare ainsi depuis deux ans possède maintenant des propriétés importantes : son pouvoir agglutinant est très élevé, mais il est surtout antitoxique et bactériolytique.

A la dose de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube, il neutralise *in vitro* et *in vivo*, chez le cobaye, la dose mortelle de tuberculine, et, mis en contact avec des bacilles tuberculeux de culture de six à huit semaines, il les atténue et en détermine bientôt la bactériolyse.

Les premières applications de ce sérum, dans la tuberculose humaine, sont encore peu nombreuses, mais elles ont démontré qu'il ne fait courir aucun danger et qu'il produit une modification favorable des phénomènes généraux.

Il possède une action manifeste sur la marche de la tuberculose expérimentale du cobaye. Sous son influence, et injecté au début, les ganglions de réaction n'aboutissent pas à la suppuration et tendent à régresser.

Les cobayes résistent, comme survie, dans des délais très prolongés : chez ceux qu'on sacrifie, même après plusieurs mois, les lésions macroscopiques sont à peine appréciables, et limitées seulement à la rate.

Ces premières constatations permettent d'espérer qu'on pourra obtenir, par l'emploi de ce sérum, une action utile dans la thérapeutique de la tuberculose humaine.

D'autres considérations ajoutent encore à l'intérêt qui s'attache à l'étude de ce sérum.

Sous l'influence de son action, les bacilles, mis en contact *in vitro* avec ce sérum, perdent peu à peu leur virulence, et l'on obtient ainsi des virus gradués qui, injectés au cobaye, déterminent des tuberculoses de plus en plus atténuées.

Après un contact prolongé, l'inoculation de ces bacilles au cobaye amène seulement la production de ganglions nettement limités, indurés, n'abou-

tissant pas à la suppuration et comparables à ceux qu'on observe dans certaines tuberculoses ganglionnaires de l'homme, auxquelles Marfan, comme l'on sait, a attribué l'immunité relative, dont semblent bénéficier contre l'infection générale les sujets ainsi atteints.

Or il est important de noter ici, en terminant, que les premières expériences que j'ai tentées semblent montrer que les cobayes, injectés avec les bacilles ainsi modifiés par le contact avec ce sérum, résistent ensuite à l'inoculation virulente, en sorte qu'il est possible d'espérer pouvoir constituer ainsi de véritables vaccins.

PATHOLOGIE. — *De l'action des sérums de Primates sur le trypanosome humain de Rhodesia.* Note de MM. **F. Mesnil** et **J. Ringenbach**, présentée par M. A. Laveran.

Au cours de nos recherches sur le *Trypanosoma rhodesiense* et son identification (1), nous avons découvert le fait inattendu que ce trypanosome, au contraire du *Tr. gambiense*, est très sensible, non seulement au sérum de cynocéphale, mais encore au sérum humain (2).

Nous avons opéré avec des Souris qui, après inoculation intrapéritonéale du *Tr. rhodesiense*, montrent des trypanosomes au bout de 24 heures dans la circulation; ces trypanosomes vont constamment en augmentant de nombre et la Souris succombe généralement en 4 jours et demi, rarement en plus de temps.

Le sérum du *Papio anubis* utilisé par nous, aux doses de $0^{cm^3},25$, $0^{cm^3},5$ et 1^{cm^3}, a fait disparaître, en moins de 24 heures, les trypanosomes de la circulation de Souris de 15^g-20^g, renfermant d'assez nombreux *Tr. rhodesiense*. Avec la dose de $0^{cm^3},25$, il y a rechute. Mais les deux autres doses sont susceptibles d'amener la guérison définitive des Souris : celle de 1^{cm^3} a guéri trois fois sur quatre; celle de $0^{cm^3},5$, deux fois sur deux (l'échec avec la dose de 1^{cm^3} a porté sur une série où la dose de $0^{cm^3},5$ agissait).

Préventivement, le même sérum s'est montré actif à la dose de 1^{cm^3}, donné soit en mélange avec le virus, soit même en un autre point du corps.

Ces faits nous ont d'autant plus frappés que le même sérum de cynocéphale avait, sur les *Tr. Brucei*, *gambiense* et *congolense*, une action de

(1) Mesnil et Ringenbach, *Comptes rendus Soc. Biologie*, t. LXXI, 29 juillet 1911.

(2) Pour l'action de ces sérums de Primates, voir en particulier Laveran, *Comptes rendus*, 1er avril 1902, 6 juillet 1903, 22 février 1904, 18 juillet 1904. — Laveran et Mesnil, *Ann. Inst. Pasteur*, t. XVI, 25 novembre 1902. — Mesnil et Lebœuf, *Comptes rendus Soc. Biologie*, t. LXIX, 12 novembre 1910.

l'ordre de celle constatée par Mesnil et Lebœuf pour les sérums de cynocéphales : actif à $\frac{1}{10}$ de centimètre cube sur le premier virus, il agissait très faiblement, même à 1^{cm^3}, sur les deux autres.

Comme il existe généralement un certain rapport entre l'action, sur un trypanosome donné, du sérum de cynocéphale et celle du sérum humain, ces résultats nous ont donné l'idée d'essayer l'action du sérum humain sur le *Tr. rhodesiense* (¹).

Nous avons alors constaté que ce sérum, à la dose de $0^{cm^3},8$ ou 1^{cm^3}, fait disparaître en moins de 24 heures les trypanosomes, déjà assez nombreux, de la circulation des Souris, et amène généralement la guérison définitive des animaux (3 résultats positifs contre 1 négatif). A la dose de $0^{cm^3},5$, la disparition des trypanosomes a lieu en 24 heures environ ; mais il y a rechute au bout de 8-10 jours. Enfin, à la dose de $0^{cm^3},25$, la disparition demande 48 heures et peut même n'être pas complète ; mais il y a encore une importante action retardatrice de l'infection.

Préventivement, à la dose de $0^{cm^3},8$ ou 1^{cm^3} en mélange avec une dose de *rhodesiense* qui infecte le témoin (qui reçoit un mélange de *rhodesiense* et de sérum de lapin ou de chèvre) par voie intrapéritonéale en 24 heures, il empêche généralement toute infection.

Les mêmes sérums humains ont été, pour contrôle, essayés sur le *Tr. gambiense*. Bien qu'il soit moins virulent pour la Souris que le *Tr. rhodesiense*, le sérum n'a pas eu d'action préventive ou curative appréciable.

Nous nous bornons, dans cette Note, à ces constatations; nous y reviendrons dans un travail plus étendu où nous chercherons à interpréter les faits.

GÉOLOGIE. — *Extension du Trias dans la partie moyenne de la Grèce orientale.* Note de M. **Carl Renz**, présentée par M. H. Douvillé.

Les calcaires gris blanchâtres à Diplopores du Trias moyen ont une grande extension dans les montagnes de Beletsi, Parnes et Kythaeron, comme je l'ai déjà montré, il y a quelque temps. Les gîtes fossilifères plus

---

(¹) Nous nous sommes servis, pour toutes ces expériences, de mélanges de sérums recueillis par MM. Levaditi et Latapie pour leurs sérodiagnostics par la méthode de Wassermann. Nous nous sommes, bien entendu, assurés que des sérums individuels agissent aussi bien et que le signe de la réaction de Wassermann n'influe pas sur leur activité vis-à-vis des trypanosomes.

anciens sont représentés dans cette région par le Werfénien, les calcaires permiens à *Fusulinella*, ainsi que par les calcaires carbonifères à Fusulines, à Schwagérines et à Coraux. Le gisement le plus avancé vers l'ouest des calcaires à *Fusulina* et à *Schwagerina* fut rencontré à l'Ouest du monastère Hagios Meletios. Ces calcaires forment les hauteurs sur le versant septentrional du bassin du Mazi (Pyrgos Mazi au nord-est de Mazi).

Je viens de constater l'existence de couches supratriasiques et rhétiennes dans les calcaires très puissants des monts Kythaeron. Dans les calcaires gris, qui s'étendent de la haute crête de Kythaeron dans la direction occidentale vers Livadostro et vers le cap Germano, se trouvent, en de nombreuses localités, des Mégalodontes de grande ou de petite taille, ainsi que des Gyroporelles, entre autres *Gyroporella vesiculifera* Gümbel. A la côte septentrionale de la baie d'Aegosthena affleurent probablement aussi des calcaires à Diplopores. Les calcaires supratriasiques du Kythaeron occidental se continuent dans les monts Korombili, où furent également observés des Mégalodontes (entre le sommet Korombili et Livadostro et entre Xironomi et la chaussée Dombrena–Thèbes).

L'Hélikon de Zagora est composé principalement par les mêmes calcaires triasiques.

La ligne Kakosi-Kutura-Steveniku-H. Georgios marque une limite importante au point de vue stratigraphique et tectonique. Des sédiments crétacés forment les monts Palacovuno. Dans les environs du village Kutura (H. Georgios), j'ai rencontré des calcaires à Rudistes.

Dans les calcaires gris du massif des monts Parnasse, j'avais déjà signalé des couches à Polypiers, caractérisant principalement les calcaires rhétiens et aussi les calcaires supratriasiques.

Dans les monts Katavothra, le Rhétien est représenté cependant par des calcaires gris à Brachiopodes, c'est-à-dire par le *faciès carpathique*. Les calcaires triasiques forment le massif surélevé de Xerovuni, qui s'étend de Veluchi (Katavothra) au Sud jusqu'à Kukuwitza. Les calcaires foncés de ce massif contiennent en outre des niveaux supratriasiques à *Megalodus*, à *Gyroporella*, à Polypiers divers et à Spongiaires. Des calcaires à *Margarosmilia Zieteni* Kl. indiquent encore l'existence de la zone de Saint-Cassian.

Les mêmes calcaires, qui forment le massif de Xerovuni, possèdent de plus un très grand développement dans les montagnes au nord du fossé du Kopais, c'est-à-dire dans les chaînes des monts Saromata, Chlomos, Actolimas et dans les montagnes de Karya, d'Agnandi (Spartias) et de Golemi.

Les caractères pétrographiques et faunistiques sont toujours les mêmes : ce sont surtout les espèces de Spongiaires et de Mégalodontes, qu'on retrouve partout. Entre Braula et Glunista affleurent des calcaires noirs contenant les Spongiaires que je viens de citer ; entre Dernitza et Budonitza on observe aussi des Mégalodontes et des Polypiers. Au sud de Budonitza apparaissent sous les calcaires supratriasiques lités, noirs ou gris foncés, des monts Saromata, des dolomies blanchâtres, très développées dans les montagnes de Chomos et au sud-est d'Agnandi. Sur les pentes méridionales de la chaîne des monts Chomos, vers la vallée longitudinale d'Exarchos, affleurent les calcaires noirs à Mégalodontes, en bancs épais. Au-dessous s'observent les calcaires noirs à Spongiaires. Au-dessus se trouvent les couches siliceuses et schisteuses en connexion avec des serpentines, qui représentent le soubassement des calcaires à Rudistes du versant opposé de la vallée d'Exarchos. A la base des calcaires à Rudistes on peut suivre un niveau avec parties noduleuses et argileuses contenant de grands Radiolites, Hippurites, etc. Ce sont les couches déjà connues de Keratovuni près de Livadia.

Les calcaires de la chaîne côtière au nord et au nord-ouest d'Atalanti appartiennent également au Trias supérieur.

Au nord-est et à l'est de Karia et au nord de Golemi on remarque des mêmes calcaires triasiques noirs à Spongiaires analogues à ceux du massif de Xerovuni. Dans les calcaires noirs, affleurant dans la gorge à l'ouest d'Agnandi, j'ai reconnu de nombreux Mégalodontes de petite taille.

En résumé, j'ai justifié l'attribution au Trias des terrains très étendus, regardés jusqu'à présent comme crétacés.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'observation séismographique à Lille du tremblement de terre du 16 novembre 1911.* Note de M. **H. Douxami**, présentée par M. Ch. Barrois.

Le séismographe Mainka, installé à Lille, grâce à la subvention de l'Académie des Sciences, a enregistré de la façon la plus nette le tremblement de terre du 16 novembre dernier.

En tenant compte de l'heure corrigée le vendredi, grâce aux signaux horaires reçus de la station de télégraphie sans fil de la Tour Eiffel et des indications fournies par les deux pendules NS et EW du séismographe, les caractéristiques des séismogrammes enregistrés sont les suivantes :

Les premiers frémissements préliminaires de la phase initiale, les seuls distincts à cause du faible éloignement de la région épicentrale, ont débuté à $23^h25^m58^s$ ($9^h25^m58^s$ du soir) et ont été enregistrés jusqu'à 23^h27^m. Les ondes de la phase principale présentent un premier groupe de longues ondes d'une durée de $\frac{4,5}{16}$ minute (17 secondes environ) qui a été suivi, $26^s,6$ plus tard, par un second groupe de longues ondes, d'amplitude un peu plus faible que les ondes du premier groupe, et qui se sont fait sentir pendant 26 secondes. Les ondes de la phase finale ont été enregistrées pendant 7 minutes. Le séisme a donc été enregistré de $23^h25^m58^s$ à 23^h35^m, c'est-à-dire pendant 9 minutes environ.

En appliquant la règle de Jordan, préconisée par M. J. Comas Sola [1] pour les tremblements de terre dont l'épicentre se trouve à moins de 2000^{km} de la station séismographique, on trouve, pour la distance de la région épicentrale par rapport à Lille :

D'après le séismogramme de la composante SN.......... $494^{km},72$
» » EW........ $463^{km},8$

La direction de propagation des secousses paraît être S 60° E environ.

Le déplacement réel du sol a varié entre 2 et 3 dixièmes de millimètre, d'après la valeur de l'agrandissement de l'enregistrement séismographique.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante des candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *L. Troost*.

En première ligne........................ M. **Moureu**

En seconde ligne, par ordre alphabétique....... MM. **Béhal**, **Colson**, **Hanriot**, **Matignon**, **Urbain**

(1) *Comptes rendus*, 18 janvier 1909, p. 202-203.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 NOVEMBRE 1911. (Suite.)

Élément de la théorie des intégrales abéliennes, par M. TIKHOMANDRITZKY; nouvelle édition, revue, corrigée, complétée de Notes et en partie refaite entièrement. Saint-Pétersbourg, A. Böhnke, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Émile Picard.)

La géologie et les richesses minérales de l'Asie : historique, industrie, production, avenir, métallogénie; par L. DE LAUNAY. Paris, Ch. Béranger, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Termier.)

La sépulture néolithique de Belleville, à Vendrest (*Seine-et-Marne*) : Fouille et restauration. Étude scientifique; Rapport général par M. MARCEL BAUDOUIN. Paris, au Secrétariat général de la Société préhistorique française, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Guyon.)

Les anciennes lignes de rivage du Sahel d'Alger et d'une partie de la côte algérienne, par M. DE LAMOTHE, avec figures dans le texte, trois planches de coupes et une carte en couleurs. (*Mémoires de la Société géologique de France;* 4e série, t. I, Mémoire n° 6.) Paris, au siège de la Société géologique de France, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Termier.)

Jérusalem sous terre. Les récentes fouilles d'Ophel, décrites par H. V. [le R. P. Vincent]; avec illustrations, plans, cartes et planches en couleurs. Londres, Horace Cox, 1911; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 DÉCEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des quanta.*
Note de M. **H. Poincaré.**

On sait que M. Planck a été conduit par l'étude de la loi du rayonnement des corps noirs à énoncer une hypothèse connue sous le nom de *théorie des quanta*. D'après cette théorie, les éléments auxquels serait dû le rayonnement des solides incandescents et qui seraient assimilables à des résonateurs hertziens, ne pourraient acquérir ou perdre de l'énergie que par sauts brusques, de telle façon que l'énergie d'un pareil résonateur serait toujours multiple d'une quantité fixe caractérisant la longueur d'onde de ce résonateur et appelée *quantum;* cette énergie serait donc toujours égale à un nombre entier de quanta.

Il est inutile de faire remarquer combien cette conception s'éloigne des idées habituellement reçues puisque les lois physiques ne seraient plus susceptibles d'être exprimées par des équations différentielles. Il est naturel qu'on cherche à échapper à cette conséquence, sans parler d'une foule de difficultés de détail, et qu'on se demande s'il n'y aurait pas moyen d'expliquer autrement les faits. J'ai donc cherché, si l'on ne pouvait pas rendre compte de la loi de Planck par d'autres hypothèses et je suis arrivé à un résultat négatif.

Soient $x_1, x_2, \ldots, x_n$ les paramètres qui définissent l'état d'un système et

$$\frac{dx_i}{dt} = X_i \tag{1}$$

les équations différentielles qui régissent ce système; les X sont des fonctions des x; d'après la seconde loi de la Thermodynamique, ce système doit tendre vers un état final de telle façon qu'il existe une fonction W telle que $W d\tau$ représente la probabilité pour que le point $x_1, x_2, \ldots, x_n$ soit dans l'élément de volume $d\tau$ de l'espace à n dimensions. Cette fonction doit satisfaire à l'équation

$$(2) \qquad \sum \frac{\partial (WX_i)}{\partial x_i} = 0,$$

ce qui veut dire que W est un dernier multiplicateur des équations (1).

Toutes les équations différentielles qui ne possèdent pas de dernier multiplicateur uniforme se trouvent par là exclues. Dans le cas des équations de Hamilton et si les paramètres x sont les variables hamiltoniennes, W est égal à 1. On sait que cette hypothèse est incompatible avec la loi de Planck.

Imaginons un système de résonateurs à courte longueur d'onde; il pourra y avoir échange d'énergie entre ces résonateurs par l'intermédiaire d'atomes, qui, décrivant des trajectoires très étendues, pourront aller de l'un à l'autre et leur transmettre de l'énergie par choc. Ces atomes eux-mêmes, pour plus de simplicité dans l'exposition, pourront être regardés comme des résonateurs à longue période. Soit un résonateur à longue période, x_1 son élongation, y_1 sa quantité de mouvement, ξ son énergie, φ la phase de son mouvement; soit en outre un résonateur à courte période, x_2 son élongation, y_2 sa quantité de mouvement, η son énergie, ψ sa phase; les équations du mouvement pourront s'écrire

$$y_i = m_i \frac{dx_i}{dt}, \qquad \frac{dy_1}{dt} = -h_1 x_1 + Z_1, \qquad \frac{dy_2}{dt} = -h_2 x_2 + Z_2;$$

les Z étant les termes dus à l'action du choc et qui sont nuls sauf au moment du choc.

La probabilité pourra être représentée par $W\,dx_1\,dx_2\,dy_1\,dy_2$, ou ce qui revient au même $W\,d\xi\,d\eta\,d\varphi\,d\psi$, si l'on prend comme variables nouvelles les énergies et les phases. Comme W doit rester un dernier multiplicateur même en dehors des chocs (et par conséquent pour les équations dépourvues des termes Z), W ne dépendra que de ξ et de η, et comme les dérogations aux lois de la Mécanique doivent être cherchées dans le résonateur à courte période seul, nous supposerons que W est fonction de η seulement.

Cela posé, imaginons un système formé de n résonateurs à courte période tous pareils, d'énergie $\eta_1, \eta_2, \ldots, \eta_n$ et de p résonateurs à longue

période (atomes) tous pareils et d'énergie $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_p$; on aura, en vertu de de la conservation de l'énergie,

$$\sum \xi + \sum \eta = h,$$

h étant une constante donnée. Je désigne par Y la valeur moyenne des η et par X celle des ξ ; nous aurons

$$\mathrm{M}\, dh = \int \Pi\, d\sigma\, d\tau, \qquad \mathrm{MX}\, dh = \int \Pi \xi_1\, d\sigma\, d\tau, \qquad \mathrm{MY}\, dh = \int \Pi \eta_1\, d\sigma\, d\tau,$$

$$\Pi = \mathrm{W}(\eta_1)\,\mathrm{W}(\eta_2)\ldots\mathrm{W}(\eta_n), \qquad d\sigma = d\eta_1\, d\eta_2 \ldots d\eta_n, \qquad d\tau = d\xi_1\, d\xi_2 \ldots d\xi_p,$$

où les intégrations sont étendues au domaine défini par les inégalités

$$\xi_i > 0, \qquad \eta_i > 0, \qquad h < \sum \xi + \sum \eta < h + dh.$$

Sauf dans des cas très exceptionnels, le rapport de Y à X dépendra des entiers n et p ; mais nous devons considérer le cas où ces entiers sont très grands ; même alors, il n'est nullement évident *a priori* que ce rapport est indépendant du quotient $\frac{n}{p}$; tant que cette indépendance n'est pas démontrée, il pourrait rester des doutes sur le raisonnement de M. Planck, car si elle n'existait pas, il n'y aurait pas d'état final possible et l'on pourrait se demander si les équations de Boltzmann et les principes de la Thermodynamique sont encore applicables.

Nous pouvons écrire

$$(p-1)!\,\mathrm{M} = \int_0^h \varphi(x)\,(h-x)^{p-1}\, dx,$$

$\varphi(x)dx$ étant défini par

$$\varphi(x)\, dx = \int \Pi\, d\sigma \qquad (\eta_i > 0,\ x < \Sigma\eta < x + dx).$$

Supposons que $\varphi(x)$ soit sensiblement égal pour n très grand à

$$\mathrm{N}\,\theta\left(\frac{x}{n}\right)\mathrm{F}^n\left(\frac{x}{n}\right),$$

N étant un coefficient constant ne dépendant que de n ; les seuls éléments de nos intégrales qui soient sensibles sont ceux qui sont voisins de la valeur de x qui rend maximum le produit

$$\mathrm{F}^n\left(\frac{x}{n}\right)\left(\frac{h}{n} - \frac{x}{n}\right)^p.$$

On en déduit sans peine

$$X = \frac{F(Y)}{F'(Y)},$$

ce qui montre que la relation entre X et Y est indépendante du quotient $\frac{n}{p}$.

Si $W = \eta^m$, on a

$$F(Y) = Y^{m+1}, \qquad X = \frac{Y}{m+1}.$$

Si $W = e^{\alpha\eta}$, on a

$$F(Y) = Y e^{\alpha Y}, \qquad X = \frac{Y}{\alpha Y + 1}.$$

Enfin, dans l'hypothèse de Planck, on a $W = 0$, sauf si η est multiple de ε, valeurs pour lesquelles W devient infini et de telle façon que l'intégrale $\int W\,d\eta$ (étendue à un petit intervalle comprenant une des valeurs exceptionnelles) soit égale à 1. On trouve alors

$$\int \varphi(x)\,dx = \frac{(\beta + n - 1)!}{\beta!(n-1)!},$$

si l'intégrale du premier membre est étendue à un très petit intervalle contenant une valeur de x qui soit multiple de ε et égale à $\beta\varepsilon$, tandis que cette même intégrale est nulle dans le cas contraire. On en déduit

$$F(Y) = \left(1 + \frac{\varepsilon}{Y}\right)^{\frac{Y}{\varepsilon}} \left(1 + \frac{Y}{\varepsilon}\right);$$

d'où

$$\frac{\varepsilon}{X} = L\left(1 + \frac{\varepsilon}{Y}\right), \qquad Y = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{X}} - 1}.$$

C'est bien la formule de Planck.

Pour une théorie plus générale, il faut employer un détour. Posons

$$(3) \qquad \Phi(\alpha) = \int_0^\infty W e^{-\alpha\eta}\,d\eta,$$

il viendra

$$\Phi^n(\alpha) = \int_0^\infty \varphi(x) e^{-\alpha x}\,dx,$$

ou, en vertu de la formule de Fourier,

$$\varphi(x) = \frac{1}{2\pi} \int_{-i\infty}^{+i\infty} \Phi^n(\alpha) e^{\alpha x}\,d\alpha,$$

l'intégrale étant prise soit le long d'une ligne droite, soit le long d'une courbe telle que la partie réelle de α reste positive.

D'où

$$M = \frac{1}{2\pi}\int\int \Phi^n(\alpha)e^{\alpha x}(h-x)^p\,dx\,d\alpha;$$

ou, en posant $x = n\lambda$, $p = Kn$, $h = n\beta$:

$$M = K\int\int \Phi^n(\alpha)e^{n\alpha\lambda}(\beta-\lambda)^{kn}\,d\lambda\,d\alpha,$$

K étant un facteur constant. Les seuls éléments de l'intégrale que nous devions conserver sont ceux qui correspondent au maximum du produit

$$\Phi(\alpha)e^{\alpha\lambda}(\beta-\lambda)^k.$$

Il en résulte que les valeurs de X et de Y seront précisément les valeurs de $\frac{\beta-\lambda}{K}$ et de λ qui correspondent à ce maximum. Cela donne

$$Y = -\frac{\Phi'(\alpha)}{\Phi(\alpha)}, \qquad X = \frac{1}{\alpha}.$$

Dans l'hypothèse de M. Planck, on a

$$\Phi = \frac{1}{1-e^{-\alpha\varepsilon}}, \qquad Y = \frac{\varepsilon}{e^{\frac{\varepsilon}{X}}-1}.$$

Pour $W = \eta^m$, on a

$$\Phi = \frac{k}{\alpha^{m+1}}, \qquad Y = (m+1)X.$$

Pour $W = e^{\gamma\eta}$, on a

$$\Phi = \frac{1}{\alpha-\gamma}, \qquad Y = \frac{X}{1-\gamma X}.$$

Nous pouvons maintenant répondre à la question que nous nous étions posée au début. Lorsque la loi qui lie Y à X est déterminée, il en est de même de la fonction Φ (à un facteur constant près) et par conséquent de W. L'hypothèse des quanta est donc *la seule* qui conduise à la loi de Planck. Il serait aisé de se rendre compte que les hypothèses particulières que nous avons dû faire pour fixer les idées et simplifier l'exposé ne sont pour rien dans ce résultat.

Mais une loi expérimentale n'est jamais qu'approximative, et il est clair qu'on pourrait imaginer des lois dont les différences avec celle de Planck seraient plus petites que les erreurs d'observation et qui conduiraient à une fonction W continue. Observons toutefois que si $\Phi(\alpha)$ reste fini pour α

infini, *et c'est ce qui arrivera toutes les fois que la loi du rayonnement sera telle que le rayonnement total soit fini*, l'intégrale $\int_0^{\eta_0} W d\eta$ restera finie quand η_0 tendra vers o, c'est-à-dire que la fonction W présentera pour $\eta = 0$ le même genre de discontinuité que dans la formule de Planck, ce qui exclut la possibilité de représenter les phénomènes par des équations différentielles.

Notre dernière remarque se rapportera à la seconde théorie de M. Planck; cette seconde théorie conduit à la loi

$$Y = \frac{\varepsilon}{2} \frac{e^{\frac{\varepsilon}{X}} + 1}{e^{\frac{\varepsilon}{X}} - 1}.$$

Les règles précédentes, appliquées à cette loi, montrent que W est nul, sauf quand η est un multiple impair de $\frac{\varepsilon}{2}$, auquel cas W est infinie. Ce n'est pas là l'hypothèse d'où était parti M. Planck. Cette seconde théorie est donc moins bien confirmée que la première par l'analyse qui précède.

MÉCANIQUE. — *Sur l'équilibrage des moteurs.* Note de M. L. LECORNU.

La vive allure imposée depuis quelques années à certaines catégories de moteurs nécessite un équilibrage très soigné, faute duquel les trépidations prendraient une importance désastreuse. Le problème n'est pas toujours aisé à résoudre, et l'on conçoit, par exemple, qu'un moteur d'aviation pourvu de cylindres en éventail soit plus difficile à équilibrer qu'un moteur à cylindres parallèles. Je désire montrer que le résultat peut théoriquement être obtenu par la simple adjonction de deux ou trois masses auxiliaires, assimilées à des points matériels.

Équilibrer un moteur, ou, d'une façon générale, un système en mouvement, c'est faire en sorte que les appuis éprouvent des pressions constantes. Dans les moteurs à explosion, que j'ai spécialement en vue, les forces extérieures sont : la pesanteur; un couple résistant que nous regarderons comme constant; enfin, les réactions des appuis. Si ces dernières sont constantes, la résultante de translation des forces antérieures ne varie pas, et il en est de même, par suite, de la vitesse du centre de gravité. On peut ajouter que, si, comme nous le supposerons, les appuis sont immobiles, cette vitesse est

nulle, sans quoi le moteur ne saurait demeurer indéfiniment en contact avec eux. La première condition de l'équilibrage est donc que le centre de gravité ne bouge pas.

Considérons maintenant le vecteur représentant le moment cinétique par rapport au centre de gravité. Les forces extérieures ne changeant ni de grandeur, ni de position, la vitesse de l'extrémité de ce vecteur ne peut non plus varier : en réalité elle est nulle, car autrement les vitesses de certains points du système croîtraient indéfiniment.

Observons encore que tous les points du moteur sont animés de mouvements périodiques, de même période.

Ceci posé, soient x, y, z les coordonnées d'un élément quelconque du système par rapport à trois axes issus du centre de gravité et soit m sa masse. Supposons que, pour réaliser l'équilibrage, il suffise d'adjoindre deux masses m_1 et m_2, dont les mouvements devront être également périodiques. Les coordonnées x_1, y_1, z_1 et x_2, y_2, z_2 de ces masses doivent vérifier les deux équations

$$(1) \qquad \sum mx + m_1 x_1 + m_2 x_2 = 0,$$

$$(2) \qquad \sum m(yz' - y'z) + m_1(y_1 z'_1 - y'_1 z_1) + m_2(y_2 z'_2 - y'_2 z_2) = 0,$$

et les quatre équations déduites de celles-là par permutation des x, y, z. On forme ainsi six équations entre les six fonctions inconnues x_1, y_1, z_1; x_2, y_2, z_2. Ceci montre d'abord que l'on ne peut généralement annuler l'une des deux masses auxiliaires, c'est-à-dire se contenter d'une seule masse.

En désignant par ξ, η, ζ les coordonnées du centre de gravité des masses m_1, m_2, on peut poser

$$x_1 = \xi + \frac{m_2}{m_1 + m_2}\alpha, \qquad x_2 = \xi - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\alpha,$$

$$y_1 = \eta + \frac{m_2}{m_1 + m_2}\beta, \qquad y_2 = \eta - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\beta,$$

$$z_1 = \zeta + \frac{m_2}{m_1 + m_2}\gamma, \qquad z_2 = \zeta - \frac{m_1}{m_1 + m_2}\gamma.$$

Portant ces valeurs dans le groupe (1), on voit disparaître α, β, γ et l'on en déduit les valeurs de ξ, η, ζ qui sont

$$\xi = -\frac{\Sigma mx}{m_1 + m_2}, \qquad \eta = -\frac{\Sigma my}{m_1 + m_2}, \qquad \zeta = -\frac{\Sigma mz}{m_1 + m_2}.$$

Substituant ensuite dans le groupe (2), on obtient les trois équations

$$(3) \qquad \beta\gamma' - \beta'\gamma = p, \qquad \gamma\alpha' - \gamma'\alpha = q, \qquad \alpha\beta' - \alpha'\beta = r,$$

dans lesquelles p, q, r sont des fonctions connues du temps et des constantes arbitraires m_1, m_2.

On tire de là

$$p\alpha + q\beta + r\gamma = 0,$$
$$p'\alpha + q'\beta + r'\gamma = 0,$$

ce qui donne, en appelant ρ un facteur provisoirement quelconque,

$$\alpha = \rho(qr' - q'r), \qquad \beta = \rho(rp' - r'p), \qquad \gamma = \rho(pq' - p'q).$$

Substituant dans les équations (3), on trouve que ρ est égal à l'inverse de la racine carrée du déterminant

$$D = \begin{vmatrix} p & q & r \\ p' & q' & r' \\ p'' & q'' & r'' \end{vmatrix}.$$

La condition de possibilité est donc que D soit positif. Si cela a lieu, les coordonnées des deux masses auxiliaires s'obtiennent sans intégration et sont, comme celles des points du système donné, des fonctions finies et périodiques du temps. Toutes les conditions du problème sont ainsi remplies.

Lorsque D est négatif, l'équilibrage ne peut être obtenu au moyen de deux masses seulement.

Si D est nul, il existe une relation linéaire et homogène, à coefficients constants, entre les quantités p, q, r, et par conséquent le vecteur qui part de l'origine et admet p, q, r comme projections sur les axes décrit un plan fixe. En dirigeant l'axe des z perpendiculairement à ce plan, on a $r = 0$, d'où, en appelant k une constante, $\beta = k\alpha$. Les deux premières équations (3) apparaissent dès lors comme incompatibles, exception faite du cas particulier où le vecteur a une direction fixe.

Il peut arriver que, dans la durée de la période, D soit alternativement positif et négatif : dans ce cas encore l'équilibrage par deux masses est impossible.

Supposons maintenant qu'on ait recours à l'emploi de trois masses m_1, m_2, m_3. La forme des équations (1), (2) est conservée, mais avec trois variables de plus : x_3, y_3, z_3. Nous admettrons, pour simplifier, que les trois masses ont même valeur, que nous ferons égale à l'unité. Remarquons en outre que, dans le cas des moteurs, tous les points du système se meuvent parallèlement à un plan fixe. En prenant ce plan fixe pour plan

des xy, tous les z sont des constantes, et il est alors tout indiqué d'attribuer également des valeurs constantes à z_1, z_2, z_3.

En nous plaçant dans ces conditions, il ne subsiste que six fonctions inconnues, x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, assujetties à vérifier les cinq conditions :

$$(4)\quad \left\{\begin{array}{c} \sum mx + x_1 + x_2 + x_3 = 0, \\ \sum my + y_1 + y_2 + y_3 = 0, \\ \sum my'z + y'_1 z_1 + y'_2 z_2 + y'_3 z_3 = 0, \\ \sum mx'z + x_1 z_1 + x_2 z_2 + x_3 z_3 = 0, \\ \sum m(xy' - x'y) + x_1 y'_1 - x'_1 y_1 + x_2 y'_2 + x'_2 y_2 + x_3 y'_3 - x'_3 y_3 = 0. \end{array}\right.$$

Nous tirons de là les deux relations

$$x_1 z_1 + x_2 z_2 + x_3 z_3 = -\sum mxz,$$
$$y_1 z_1 + y_2 z_2 + y_3 z_3 = -\sum myz.$$

En y joignant les deux premières équations du groupe (4), nous pouvons calculer x_2, x_3, y_2, y_3 en fonction de x_1, y_1, ce qui suppose simplement qu'on a choisi z_3 différent de z_2. Si nous portons ensuite les valeurs ainsi trouvées dans la dernière équation (4), elle se présente sous la forme

$$x_1 y'_1 - x'_1 y_1 + x_1 \mu' - x'_1 \mu - y_1 \lambda' + y'_1 \lambda = \nu,$$

où λ, μ, ν désignent des fonctions connues, toujours finies et périodiques. Cette dernière équation peut s'écrire

$$(5)\qquad (x_1 + \lambda)(y'_1 + \mu') - (x'_1 + \lambda')(y_1 + \mu) = \nu + \lambda\mu' - \lambda'\mu.$$

Soit θ la fonction primitive de $\nu + \lambda\mu' - \lambda'\mu$ et soit k une constante arbitraire positive. L'équation (5) est identiquement vérifiée par les valeurs

$$x_1 = -\lambda + \frac{1}{\sqrt{k}}\cos k\theta, \qquad y_1 = -\mu + \frac{1}{\sqrt{k}}\sin k\theta.$$

La fonction θ' est périodique. Au bout de la période, θ se reproduit avec addition d'une certaine constante h. Choisissons k de façon que kh soit égal à $\pm 2\pi$ (si h est nul, k demeure arbitraire). Alors x_1 et y_1, et par conséquent les coordonnées x_2, y_2, x_3, y_3 des deux autres masses auxiliaires sont

des fonctions périodiques du temps, ayant la même période que le moteur. Le problème se trouve ainsi résolu.

Pour donner le mouvement voulu à chacune des masses auxiliaires, on peut procéder de la manière suivante : attachons à cette masse M une tige invariable MA; articulons en A une seconde tige invariable aboutissant à un point B du moteur; puis obligeons le point A à demeurer sur un plan fixe P. Les positions de B et M étant connues en fonction du temps, il en est de même par suite de celle de A, et ce point décrit dans le plan P une courbe déterminée. D'après cela, si l'on matérialise cette courbe ainsi que la trajectoire suivie par le point M, celui-ci occupe nécessairement à chaque instant la position calculée. Il va sans dire que, dans les applications, on pourra souvent trouver des moyens de réalisation plus simples.

PARASITOLOGIE. — *Au sujet de* Trypanosoma rhodesiense (*Stephens et Fantham*). Note de M. A. **Laveran**.

Il paraissait démontré que la maladie du sommeil était toujours produite par le *Trypanosoma gambiense* et propagée par les *Glossina palpalis*, lorsque, en 1910, plusieurs observateurs émirent l'opinion que des cas de trypanosomiase humaine observés dans des localités de la Rhodesia nord-est, où il n'existait pas de *Glossina palpalis*, mais seulement des *Gl. morsitans* et de rares *Gl. fusca*, relevaient d'un trypanosome autre que *Tr. gambiense*; Stephens et Fantham décrivirent le nouveau parasite sous le nom de *Tr. rhodesiense* (¹).

Depuis la publication du travail de Stephens et Fantham, le trypanosome de Rhodesia a été étudié par un certain nombre d'observateurs qui ont émis des opinions très différentes sur sa nature (²).

Je me propose d'examiner, dans cette Note, si le trypanosome de Rhodesia doit être identifié ou non au *Tr. gambiense* (³).

(¹) J.-W.-W Stephens et H.-B. Fantham, *Proceed. of the R. Soc.*, novembre 1910.

(²) W. Yorke, *Annals of trop. med. a. parasitol.*, décembre 1910. — H.-B. Fantham, *Proceed. of the R. Soc.*, 1911, B, t. LXXXIII, p. 212. — L.-E.-W. Bevan, *Journ. of trop. med. a. hyg.*, 16 janvier 1911. — H.-S. Stannus et W. Yorke, *Proceed. of the R. Soc.*, 1911, B, t. LXXXIV, p. 156. — F. Mesnil et J. Ringenbach, *Soc. de Biologie*, 29 juillet 1911.

(³) Grâce à l'obligeance du Dr Stephens, de l'École de Liverpool, j'ai pu étudier le trypanosome de Rhodesia ; je l'ai comparé au *Tr. gambiense* de l'Ouganda que je possède depuis longtemps.

Le trypanosome de Rhodesia a, au point de vue morphologique, la plus grande ressemblance avec *Tr. gambiense*. Le parasite se présente, comme ce dernier, sous deux aspects : forme mince, allongée, avec flagelle libre, forme trapue sans flagelle libre ; mais, comme Stephens et Fantham l'ont signalé, chez un certain nombre des formes trapues du *Tr. rhodesiense*, le noyau, au lieu de se trouver vers la partie moyenne du corps du parasite, est situé à la partie postérieure, au voisinage, voire même en arrière du centrosome. J'ai pu vérifier l'existence de ces formes à noyau postérieur chez des animaux (rats, souris) arrivés à une période avancée de la maladie et ayant des trypanosomes très nombreux.

Cette particularité morphologique est intéressante, malheureusement elle n'est pas constante ; dans bon nombre de cas, les préparations de sang des animaux infectés avec le *Tr. rhodesiense* ne diffèrent en rien de celles des animaux infectés avec le *Tr. gambiense;* les dimensions des trypanosomes sont les mêmes.

Le trypanosome de Rhodesia est plus virulent que *Tr. gambiense* pour la plupart des espèces animales. Chez les souris et chez les rats, les infections produites par *Tr. gambiense* sont souvent légères, ou d'assez longue durée, alors que les infections dues au *Tr. rhodesiense* sont toujours de courte durée et mortelles ; la durée moyenne de l'infection est, chez la souris, de 7 jours ; chez le rat, de 12 jours.

Chez les chèvres et chez les moutons, les infections produites par le trypanosome de Rhodesia sont beaucoup plus graves que celles qui ont pour agent le *Tr. gambiense*, et elles se manifestent par des symptômes plus variés et plus apparents ([1]) ; la fièvre est plus forte et plus continue ; on observe de l'œdème au point d'inoculation du virus et souvent une tuméfaction œdémateuse de toute la tête ; la kératite n'est pas rare ; enfin la maladie se termine souvent par la mort. Les tableaux cliniques des infections produites par les deux trypanosomes chez les chèvres et chez les moutons sont donc bien différents ([1]).

Tr. rhodesiense est aussi plus virulent pour les macaques que *Tr. gambiense;* un *M. cynomolgus* inoculé par moi est mort en 11 jours ; la durée de l'infection produite par *Tr. gambiense* est de 30 jours en moyenne.

Les expériences de séro-diagnostic ne sont pas favorables à l'identification de *Tr. gambiense* et de *Tr. rhodesiense*.

Mesnil et Ringenbach ont constaté qu'un sérum attachant et trypanoly-

---

([1]) A. Laveran, F. Mesnil, *Soc. de Path. exotique*, 8 novembre 1911.

tique pour *Tr. gambiense* n'était ni attachant ni trypanolytique pour le trypanosome de Rhodesia.

Nous avons constaté, M. Nattan Larrier et moi, que le sérum d'un bouc ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiense* était attachant pour *Tr. gambiense* (sérum pur ou dilué à 1 pour 50), non attachant pour *Tr. rhodesiense;* il est vrai de dire que la réaction avec *Tr. gambiense* n'était pas typique, bon nombre de trypanosomes restant libres.

Le sérum d'une chèvre fortement infectée de *Tr. rhodesiense* n'a pas donné d'attachements avec *Tr. gambiense;* la réaction n'a pas pu être faite avec *Tr. rhodesiense*, parce que les trypanosomes s'agglutinaient fortement, non seulement dans le sérum, mais aussi dans l'eau physiologique citratée.

Mesnil et Ringenbach ont constaté que le sérum humain était actif sur *Tr. rhodesiense* ([1]). J'ai signalé que le sérum humain, actif sur les virus des trypanosomiases animales, était inactif sur *Tr. gambiense* ([2]); le fait que le sérum humain est actif sur *Tr. rhodesiense* tend donc à démontrer que ce trypanosome ne doit pas être identifié à *Tr. gambiense.*

Les expériences d'immunité croisée plaident dans le même sens.

Un *Macacus rhesus* ayant acquis l'immunité pour *Tr. gambiense*, inoculé par Mesnil et Brimont avec le *Tr. rhodesiense*, s'est infecté; il a contracté à la vérité une infection à évolution plus lente qu'un témoin.

Un bouc et une souris ayant acquis une immunité solide pour le *Tr. gambiense*, inoculés par moi avec le *Tr. rhodesiense*, se sont infectés comme les témoins. Je résume les observations de ces animaux.

Un jeune bouc, qui est guéri d'une infection par le *Tr. soudanense* et qui a acquis l'immunité pour ce trypanosome, est inoculé avec le *Tr. gambiense* de l'Ouganda le 28 septembre 1909.

Du 2 octobre au 2 novembre, on note plusieurs petites poussées fébriles, la température ne dépasse pas 39°,6 (température normale 38°,5); à partir du 2 novembre, les poussées fébriles disparaissent. On n'observe aucun autre signe de l'infection.

Tous les examens histologiques du sang sont négatifs, mais des animaux d'épreuve (cobayes ou chiens) inoculés avec le sang du bouc s'infectent.

Un chien qui a reçu, le 14 avril 1910, 30^{cm^3} du sang du bouc dans le péritoine ne s'infecte pas.

Le 21 juin 1910, le bouc est réinoculé avec le *Tr. gambiense* de l'Ouganda; à la suite de l'inoculation la température reste normale et un chien qui a reçu, le 7 juillet, 30^{cm^3} du sang du bouc dans le péritoine ne s'infecte pas.

([1]) *Comptes rendus*, 27 novembre 1911.

([2]) A. Laveran, *Comptes rendus*, 1er avril 1902, 6 juillet 1903 et 22 février 1904.

Des expériences faites le 26 février et le 13 septembre 1911 montrent que le sérum du bouc est actif en mélange sur *Tr. gambiense*.

Le 13 septembre 1911, le bouc est réinoculé avec le *Tr. gambiense* de l'Ouganda, il ne s'infecte pas, il a donc toujours l'immunité pour ce virus.

22 novembre 1911, le bouc qui pèse 54^{kg} est inoculé à la base de l'oreille droite avec le trypanosome de Rhodesia. Dès le 24 novembre la température s'élève à 40°,2 (température normale 38°,2) et la fièvre persiste à la date du 4 décembre. La base de l'oreille droite est œdématiée. Le 2 décembre on trouve dans le sang du bouc des trypanosomes très rares.

Une chèvre neuve inoculée en même temps que le bouc s'infecte comme lui ; la température s'élève le 26 novembre à 40°,2 et la fièvre persiste les jours suivants avec de-

nité pour *Tr. Brucei;* il sera intéressant de constater quelles seront les suites de cette inoculation.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *La proportion d'acide carbonique dans l'air des régions antarctiques.* Note de MM. **A. Müntz** et **E. Lainé**.

Depuis plus d'un siècle la détermination des proportions d'acide carbonique contenu dans l'air, et des variations qu'elles subissent sous diverses influences, a préoccupé l'esprit du monde savant. De Saussure, Thénard, Gay-Lussac, Dumas, Boussingault, Reiset, et un grand nombre d'autres expérimentateurs y ont consacré des études.

Il y a une trentaine d'années, à l'occasion du passage de Vénus sur le Soleil et du séjour d'une mission au cap Horn, MM. Müntz et Aubin ont effectué, sous le patronage de Dumas, des séries d'analyses de l'air dans des régions très diverses et ont fixé la teneur moyenne de l'atmosphère en acide carbonique ($2^{vol},74$ pour 10000^{vol} d'air) et les limites entre lesquelles se meuvent ses proportions.

Un des faits les plus saillants de leurs investigations a été la diminution notable et constante de l'acide carbonique dans l'air de la station du cap Horn, dont la teneur variait entre $2^{vol},21$ et $2^{vol},77$, avec une moyenne de $2^{vol},56$.

Ce fait peut s'expliquer par la basse température et par l'énorme développement des surfaces marines dans les régions antarctiques. On sait, par les travaux de M. Th. Schlœsing (¹), que la mer est le grand réservoir de l'acide carbonique disponible, par suite de l'existence de bicarbonate possédant une tension de dissociation. L'équilibre s'établit entre l'eau de mer et l'air, la première servant de régulateur pour la quantité d'acide carbonique contenu dans l'air, car toute baisse ou hausse de la tension doit occasionner la fixation ou la libération de ce gaz par l'eau de mer. M. Schlœsing a calculé que l'eau de la mer contient en réserve 10 fois plus d'acide carbonique que l'atmosphère, et d'après M. Krozh (²), elle en contient 27 fois plus.

Or, aux hautes latitudes, la température de l'eau de mer est basse, peu éloignée de 0°, la tension de dissociation des bicarbonates y est faible et l'on

(¹) *Comptes rendus*, t. 110, p. 1410.
(²) *Ibid.*, t. 139, p. 896.

doit s'attendre à une diminution de l'acide carbonique dans l'air. Cette manière de voir explique les résultats que nous avons obtenus à la station du cap Horn.

L'expédition de M. le Dr J. Charcot dans les régions australes nous a fourni l'occasion de vérifier notre ancienne hypothèse et d'en contrôler la généralisation. Elle avait l'avantage d'une latitude beaucoup plus élevée, 64° à 70° au lieu de 55°31, de l'absence totale de toute végétation et de toute vie animale qui eussent pu troubler les résultats, et permettait d'espérer des données encore plus accentuées.

M. l'enseigne de vaisseau Godfroy a bien voulu recueillir les échantillons d'air, dans des conditions que nous lui avions indiquées. Il n'a pas été possible de se servir des procédés que nous avions adoptés pour nos recherches antérieures et qui consistaient à faire passer dans des tubes à potasse de grands volumes d'air (près de 300^l). De ces tubes à potasse, scellés à la lampe et rapportés au laboratoire, nous dégagions l'acide carbonique pour le mesurer au volume (1). Dans nos recherches actuelles, nous avons dû adopter un autre mode de prélèvement et une méthode de dosage différents, mais reposant sur le même principe :

De grandes ampoules de cristal, de 3^l environ de capacité, ont été traitées par de l'acide chlorhydrique concentré, pendant 10 jours, afin d'en détruire toute l'alcalinité, puis lavées à l'eau distillée et séchées. Avant le départ, on y a fait le vide et on les a scellées à la lampe. Sur les lieux de prélèvement, en se plaçant sous le vent et de manière à éviter toute introduction d'air ambiant, on a cassé la pointe de l'ampoule pour laisser celle-ci se remplir et l'on a scellé de nouveau.

A l'arrivée au laboratoire, on a fait passer lentement cet air recueilli, aspiré par une trompe à mercure, dans un tube capillaire de $1^m,20$ de longueur, contenant une quantité connue de potasse en solution très concentrée et soigneusement décarbonatée. Le volume de l'air était mesuré dans un voluménomètre. L'acide carbonique fixé sur la potasse était dégagé par l'acide sulfurique et reçu dans un tube capillaire gradué. Une faible correction, due aux traces de ce gaz qui existaient dans la potasse, était appliquée.

Voici les résultats obtenus :

Nos	Latitude.	Localité.	Temps et direction du vent.	Acide carbonique pour 10000^{vol} d'air.
1.	64°09′	Ilot-Gondier	W q. SW faible, couvert	$1^{vol},833$
2.	68.20	en mer	S faible, beau	2,291
3.	68.34	»	ESE faible, brumeux	2,210

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXVI, 1882, p. 222, et t. XXX, 1883, p. 238.

Nos.	Latitude.	Localité.	Temps et direction du vent.	Acide carbonique pour 10000vol d'air.
	° ′			vol
4.	65.11	Port-Circoncision	NE q. E fort, couvert	1,913
5.	65.11	»	WSW presque nul, très beau	2,191
6.	65.11	»	SW faible, très nuageux	2,084
7.	65.11	»	W très faible, pluie	2,300
9.	69.30	en mer	NNE faible, neige	1,447
10.	70.05	»	S q. SW assez faible, couvert	1,702
11.	66.22	»	WSW assez fort, nuageux	2,553
		Moyenne	....	2,0524

Ces chiffres conduisent à une moyenne de $2^{vol},0524$ d'acide carbonique pour 10000^{vol} de l'air des régions antarctiques, entre les latitudes de 64°49′ et 70°05; les résultats les plus faibles, $1^{vol},447$ et $1^{vol},702$, ont été obtenus aux latitudes les plus élevées, 69°30′ et 70°05′.

Dans ces parages, la température de l'eau de mer était comprise entre + 1° et — 2°, mais généralement inférieure à 0°. La tension de dissociation des bicarbonates se trouvait donc considérablement diminuée et il n'y a pas lieu de s'étonner de la faible proportion de l'acide carbonique que renferme l'air qui baigne ces surfaces marines.

Nos anciennes études faites au cap Horn, à la latitude de 55°31′24″, se trouvent donc vérifiées et singulièrement accentuées.

L'ensemble de nos recherches apporte une confirmation éclatante aux théories de M. Th. Schlœsing sur les échanges d'acide carbonique entre les eaux marines et l'air. Elles montrent aussi que le brassage de l'air n'est pas assez énergique pour amener une répartition uniforme de ce gaz dans l'atmosphère terrestre, comme le pensaient Gay-Lussac (1) et Reiset (2) et que des causes locales ont une influence très grande sur la proportion qui en existe et qui peut varier du simple au double.

La surface du globe se divise en zones où les courants atmosphériques sont relativement constants. On comprend que dans chacune de ces zones la teneur en acide carbonique reste aussi relativement constante et que le mélange des masses d'air n'est pas aussi rapide et aussi intime que le pensaient Gay-Lussac et Reiset.

Si l'on faisait entrer dans le calcul les quantités obtenues dans les régions

(1) *Ann. de Chim. et de Phys.*, t. II, p. 200.
(2) *Comptes rendus*, t. 90, p. 1114.

antarctiques, la moyenne générale de la teneur de l'air en acide carbonique se trouverait sensiblement abaissée.

ARCHÉOLOGIE. — *Fouilles au hameau de Séviac, près Montréal (Gers). Découverte d'un gros orteil en bronze.* Note de M. LANNELONGUE.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences un spécimen merveilleux d'anatomie qui a été découvert en Gascogne, au hameau de Séviac, sur un plateau situé non loin de Montréal-du-Gers.

Le Dr Cassaigneau, du domaine de Montaut, à Montréal, m'avait communiqué, le 20 juillet dernier, qu'il existait sur le plateau de Séviac des mosaïques mises à découvert, mais qu'on n'avait pas suivies dans leur développement. De plus, il m'indiquait que, dans la région, il se trouvait notamment, au château du Tucoulet, appartenant à M. Lazartignes, des tronçons de colonnes en marbre avec leurs chapiteaux.

Sur ces indications, je me rendis, avec le Dr Cassaigneau et M. Dandrey, instituteur à Montréal, à Séviac, au lieudit *l'Hespitalet*, et là j'acquis la propriété de faire des fouilles en ce point. Le propriétaire, M. Adoue, vieillard de 86 ans, me montra tout de suite un orteil des plus remarquables, dont il n'avait jamais voulu se dépouiller et dont il me fit présent. Il l'avait trouvé sur le sol en face de sa demeure.

Cet orteil, en bronze plein, de volume un peu supérieur à l'état normal, mesurant $5^{cm},5$ de longueur, a près de 4^{cm} de largeur au niveau de la racine de l'ongle. Il pèse 385^{g}. C'est un remarquable morceau d'anatomie; il est d'un dessin merveilleux. L'ongle se détache avec une vigueur intense; il est rabattu par plaques à son extrémité libre. Au-dessus de la racine de l'ongle, l'interligne articulaire est admirablement dessiné. C'est le gros orteil du pied droit, car il porte en dehors le méplat du second orteil, qui était appliqué contre lui, tandis qu'en dedans les chairs repoussées par l'application du gros orteil sur le sol forment un relief arrondi. Sur la face plantaire, on voit un méplat indiquant l'application de la pulpe sur le sol. De nombreux détails indiquent le soin avec lequel le sculpteur a cherché l'exactitude anatomique, et la fonte a été parfaitement réussie. Ou c'est un ex-voto annexé à une statue en terre ou en marbre, ou il est l'indice incontestable d'une statue importante de bronze qui a été détruite ou qui se trouve enfouie quelque part près du lieu de l'Hespitalet.

Devenu propriétaire des fouilles, j'ai mis à découvert des mosaïques très importantes, bien conservées et d'un beau caractère. Elles représentent des bordures, des entrelacs, des circonférences concentriques ornées de tor-

sadès, des rosaces variées; l'une d'elles représente une amphore de belle forme et de belle couleur.

Ces mosaïques, qui sont différentes en trois endroits et plus riches les unes que les autres, se développent sur une longueur de $18^m,60$ et sur une largeur variable de 4^m à 5^m. Parmi ces mosaïques, il s'en trouve une avec de très petits cubes fins et jolis; elle est malheureusement détériorée.

Grâce aux soins du Dr Cassaigneau et de M. Dandrey, instituteur à Montréal, qui surveillent de très près le chantier, ces mosaïques sont entièrement à découvert maintenant et protégées.

A ce sujet, je suis heureux de signaler que j'ai reçu de M. Mazéret, instituteur à Gondrin, une lettre, écrite le 14 septembre dernier, par laquelle il m'annonce qu'il a été le premier à pratiquer des fouilles à l'Hespitalet et qu'il a découvert, sur deux points, les susdites mosaïques, mais sans en chercher le développement. Il est très satisfait que j'aie pris à ma charge la continuation des fouilles; c'est avec plaisir que je lui rends justice.

A côté des mosaïques, nous avons découvert des objets intéressants, parmi lesquels je signalerai :

Un disque, parfaitement conservé, d'une matière noire brillante, ressemblant beaucoup au jais. Il a un diamètre de 15^{mm}, une épaisseur de près de 2^{mm}; il porte deux petits trous percés à $2^{mm},5$ l'un de l'autre et à $2^{mm},5$ du bord. Plusieurs morceaux de marbre sculptés, un fragment de sein d'une statue de femme en marbre blanc, un petit objet en ivoire, mesurant 7^{cm} de long sur $1^{cm},5$ de large en moyenne et 3^{cm} d'épaisseur. Sur l'une des faces sont, grossièrement sculptées, une grecque et des fleurs (c'était probablement une parure de femme); un peigne fin en ivoire, des débris de poterie, des restes de blé brûlé, etc.

L'Académie paraissant s'intéresser à ces fouilles, j'aurai l'honneur de la tenir au courant.

M. **Edouard Heckel** fait hommage à l'Académie du 9e Volume (2e série) des *Annales du Musée colonial de Marseille pour* 1911, publiées sous sa direction.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. *L. Troost*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 59,

MM. Colson	obtient	. . . .	22 suffrages
Moureu	»	. . . .	21 »
Béhal	»	. . . .	12 »
Urbain	»	. . . .	4 »

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre de votants étant 60,

MM. Moureu	obtient	. . . .	28 suffrages
Colson	»	. . . .	24 »
Béhal	»	. . . .	8 »

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin. Le nombre des votants étant 60,

MM. Moureu	obtient	. . . .	38 suffrages
Colson	»	. . . .	21 »
Béhal	»	. . . .	1 suffrage

M. **Moureu**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation de M. le Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. **Leclainche**, élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse des remercîments à l'Académie.

M. G. **Darboux** fait hommage à l'Académie, au nom de l'auteur et de M. *E. Schwœrer*, d'une brochure intitulée : *Gustav Adolf Hirn, sein Leben und seine Werke*, par M. le Dr Keller.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° University of Saint-Andrews. *Five hundredth anniversary. Memorial volume of scientific papers.*

2° Le Tome II (*Observations*) des *Annales du Bureau central météorologique de France, pour* 1909, publiées par M. A. Angot.

3° Un fascicule de l'*Atlas géographique des formes du relief terrestre*, par J. Brunhes, E. Chaix, Emm. de Martonne. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

4° *Sudania : Énumération des plantes récoltées en Afrique tropicale par M.* Aug. Chevalier, *de* 1898 *à* 1910 *inclus*. (Présenté par M. le Prince Roland Bonaparte.)

5° H. Pécheux. *Les lampes électriques*. (Présenté par M. J. Violle.)

6° *Le pain de froment*, par Émile Fleurent. (Présenté par M. Schlœsing père.)

7° Louis Duval. *L'Agriculture dans la généralité d'Alençon au dix-huitième siècle*, et *Études sur l'état de l'agriculture et sur la condition des cultivateurs dans la généralité d'Alençon au dix-huitième siècle*. (Présenté par M. Labbé.)

ASTRONOMIE. — *Comète nouvelle découverte par M. Schaumasse à l'Observatoire de Nice et observée par MM. Schaumasse et Javelle.* Note de MM. **Schaumasse** et **Javelle**, transmise par M. Bassot.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1911.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α apparente ✶-☄.	Log. fact. parall.	δ apparente ✶-☄.	Log. fact. parall.	★	Obs.
Nov. 30.	17h15m56s	−0m53s,84	−4′27″,7	18:10	13h12m14s,17	$\bar{1},518_n$	+ 5°51′35″,6	0,752	1	S
Déc. 1.	15.45. 0	−2. 8,33	+1.53,4	15:10	13.15.33,45	$\bar{1},613_n$	+ 5.38.54,8	0,769	2	S
» 1.	16.39.18	−2. 0,43	+1.23,1	15:10	13.15.41,35	$\bar{1},566_n$	+ 5.38.24,5	0,761	2	J
» 1.	16.54.36	−1.58,45	+1.11,4	18:12	13.15.43,33	$\bar{1},548_n$	+ 5.38.12,8	0,756	2	S

Positions des étoiles de comparaison.

★.	Gr.	α moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1911,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1.......	5,0	13h13m 6s,59	+1s,42	+5°56′18″,3	−15″,0	½ (Leipzig II, 6369 + Boss, 3446).
2.......	6,5	13.17.40,35	+1,43	+5.37.16,5	−15,1	⅓ (Leipzig II, 6391 + Paris, 16346 + Boss, 3462).

Remarques. — Cette comète, trouvée le 30 novembre à l'aide de l'équatorial coudé de $0^m,40$ d'ouverture, apparaît comme une nébulosité circulaire, de 3′ à 3′,5 de diamètre, assez vague, présentant, dans sa partie centrale, un noyau mal défini de grandeur 12 à 12,5.

Les initiales S et J se rapportent aux observateurs Schaumasse et Javelle, ce dernier observant à l'équatorial de $0^m,76$ d'ouverture.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations de la planète Jupiter en 1911 avec l'équatorial de* $0^m,83$ *de l'Observatoire de Meudon.* Note de M. **E.-M. Antoniadi**, présentée par M. H. Deslandres.

J'ai pu observer cette planète, avec la grande lunette, du 22 mai au 31 juillet 1911, grâce à l'amabilité de M. Deslandres. Dix-sept dessins du disque entier ont été pris. D'autre part, M. Bosler, astronome à l'Observatoire, a étudié Jupiter trois nuits avec nous, et a pu confirmer ainsi une partie de nos constatations.

Le grossissement employé a été de 320. Les chaleurs exceptionnelles de l'été dernier ne se sont pas montrées défavorables aux bonnes images; mais l'altitude relativement faible de la planète (29° au méridien) donnait lieu à une dispersion atmosphérique assez considérable, qui nuisait à la netteté des détails. M. Pérot, il est vrai, a pu corriger cette dispersion par un prisme tenu devant l'oculaire, l'arête étant vers le haut; mais la disparition de la couleur spectrale nous a paru accompagnée d'une déformation de l'image, au moins avec le prisme employé.

Voici un résumé succinct des phénomènes observés :

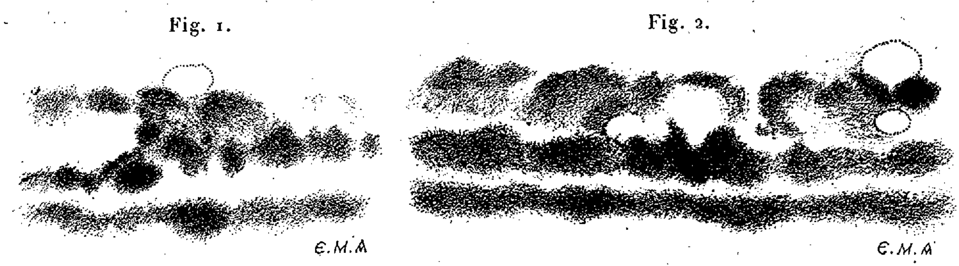
Les régions polaires australes se sont montrées, en général, grisâtres. Le 22 mai, il y avait une calotte polaire plus sombre, de 65° de diamètre, et, le 5 juillet, une grande tache blanchâtre, allongée de l'Est à l'Ouest, se voyait vers $\omega_2 = 0°$ et $\varphi = -45°$.

La bande tempérée la plus australe n'était, le plus souvent, que le bord renforcé des grisailles polaires. Parfois, cependant, on y notait des nodosités sombres et, le 12 juin, des taches blanches aussi.

La bande tempérée sud a toujours paru ondoyante et plus ou moins noueuse. Elle était interrompue de part et d'autre de la tache rougeâtre, et la partie contiguë à cette dernière, au Sud, contenait d'habitude des taches sombres (*fig.* 3 et 4). Le 22 mai, on y remarqua aussi des taches blanches (*fig.* 3); le 12 juin, il y avait une grosse tache, très sombre, vers $\omega_2 = 250°$ (*fig.* 2). La bande tempérée sud formait toujours, en partie, la limite méridionale de la grande perturbation, et cela sur une étendue en longitude de plus de 100°.

Dans la zone tempérée australe, la grande perturbation, que nous ob-

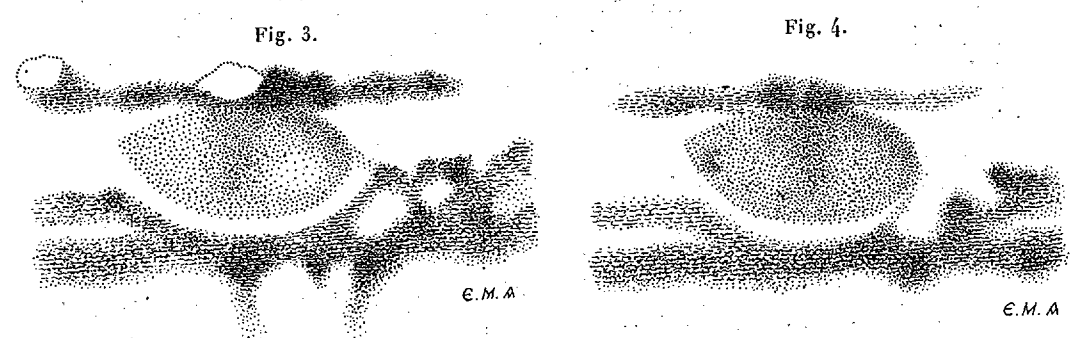
servons depuis 1901, et qui doit être un phénomène récurrent, puisque nous l'avons reconnue sur les dessins de Dawes, pris en 1857, s'étalait sur près de 110° de longitude. Elle était bien plus pâle qu'en 1910. Sa partie précédente, échancrée et concave vers l'Ouest, formait un trapèze grisâtre, irrégulier, à structure complexe (*fig.* 1), tandis que le reste, moins intense,



Partie antérieure. Juillet $13^j 8^h 40^m$. Partie médiane. Juin $12^j 10^h 0^m$.
Aspects de la grande perturbation de Jupiter en 1911.

offrait de faibles demi-tons irréguliers, où l'on remarquait des taches blanchâtres avec des nodosités plus foncées (*fig.* 2).

Une couleur jaune orange, nullement rose, caractérisait la tache rougeâtre, le 22 mai; mais, le 7 juillet, elle était d'un rose très intense. Son contour nous a toujours paru irrégulièrement ovale, la pointe à gauche s'élevant vers le Sud-Ouest [1] (*fig.* 3 et 4). Elle était traversée, du Sud au Nord, par une traînée irrégulière grisâtre, et il y avait un maximum d'intensité vers son bord sud-est. Le 7 juillet, par de bonnes images, nous avons pu remarquer



Mai $22^j 10^h 47^m$. Juillet $7^j 8^h 36^m$.
La tache rougeâtre de Jupiter en 1911.

un petit estompage coudé, vers l'extrémité précédente de la tache. Les 22 mai et 19 juillet, un faible ligament gris rattachait l'extrémité suivante

(1) M. Quénisset a réussi à photographier cet aspect du mois de juillet.

de l'ovale à l'inflexion orientale de la grande bande tropicale sud ; mais, le 7 juillet, le ligament se recourbait vers le Nord (*fig.* 4).

Nous avons pu obtenir les déterminations suivantes de longitude du centre de la tache rougeâtre :

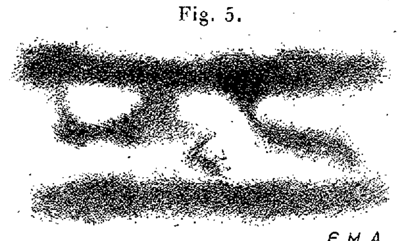
1911, Mai 22............	$\omega_2 = 332°$
1911, Juillet 7............	329°
1911, Juillet 31............	328°

La bande tropicale sud s'est toujours montrée double, sauf au-dessous de la tache rougeâtre. Sa composante australe était sombre sous la partie antérieure de la même tache, au début des observations, pour pâlir plus tard.

L'inflexion à droite de la tache rougeâtre a été observée envahie par des taches blanches, le 22 mai (*fig.* 3) ; et elle était doublement échancrée, le 7 juillet (*fig.* 4). Mais, le 31 juillet, l'inflexion avait repris son aspect normal. En dessous de la perturbation, la composante australe de cette bande, plus éloignée vers le Sud, présentait un grand nombre de nodosités foncées, à structure très complexe, et souvent pointues vers le haut (*fig.* 2).

La zone équatoriale a paru toujours sillonnée de filaments grisâtres, irréguliers, et plus ou moins obliques (*fig.* 5). On y remarquait aussi plusieurs

Fig. 5.



Filaments de la zone équatoriale de Jupiter. 1911, juin $24^j 9^h 15^m$.

taches sombres, de petites dimensions, allongées dans le sens Est-Ouest, et marquant l'équateur de la planète.

La bande tropicale nord, presque continuellement dépourvue de détails, a montré invariablement une coloration rose, contrastant avec le ton violacé de la grande bande méridionale. Elle était pâle et floue, accompagnée au Nord d'une composante plus étroite et plus faible.

La bande tempérée boréale, plus intense que la précédente, était bleu violacé ; ses bords aussi semblaient diffus, et elle a paru, de temps en temps, parsemée de quelques nodosités sombres.

La bande tempérée la plus au Nord a été entrevue faiblement, les 10, 17

et 18 juillet. Le 11 juillet, il n'y avait, à son emplacement, qu'une série de taches foncées; et il en a été de même le 27 juillet.

Enfin, les régions polaires boréales ont paru presque uniformément grises.

Comme en 1910, l'hémisphère nord de Jupiter a montré, en 1911, bien moins d'activité que l'hémisphère sud.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarques sur la Communication précédente et sur l'utilité de l'observation des planètes*, par M. **H. Deslandres.**

La Note précédente émane d'un astronome qui a une grande réputation comme observateur des planètes, et est fort intéressante. La planète Jupiter offre des perturbations, qui, pendant une longue période de temps, se reproduisent dans la même région de son atmosphère; de plus, elle a des variations générales, qui sont plus fortes dans un hémisphère que dans l'autre. Or les mêmes particularités ont été signalées aussi dans l'atmosphère solaire; et il importe, à mon avis, de rechercher si les perturbations sont parallèles dans le Soleil et dans les planètes, ou ont entre elles un lien quelconque.

Plusieurs auteurs ont annoncé que les perturbations solaires ont une influence sur les variations de notre atmosphère, sur les grands mouvements, et les grands orages qui s'y produisent. Mais les vérifications nettes et sérieuses ont toujours fait défaut, peut-être parce que nous connaissons mal l'état général de notre atmosphère. Les relevés météorologiques quotidiens ne donnent actuellement les éléments importants qui sont la pression et la température de l'air, que pour une région restreinte du globe, et à une faible altitude au-dessus du sol. Ces stations météorologiques sont encore trop peu nombreuses ou même manquent absolument sur la plus grande partie de notre Terre; et cependant le grand Leverrier, qui est le fondateur de la Météorologie actuelle, disait souvent que l'homme ne pourrait prédire le temps à l'avance que lorsqu'il connaîtrait à chaque instant l'état de l'atmosphère terrestre tout entière.

Il est donc actuellement difficile de comparer les perturbations solaire et terrestre; mais les planètes qui, comme le Soleil, nous offrent une vue d'ensemble de leur atmosphère ou d'une moitié de leur atmosphère, sont, à ce point de vue, dans des conditions meilleures. Aussi je crois utile d'encourager l'étude des disques planétaires, qui trop souvent est négligée dans les observatoires.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les réseaux* R. Note de M. **Tzitzéica.**

J'ai désigné sous ce nom les réseaux conjugués dont les tangentes forment des congruences W. Ces réseaux, mentionnés pour la première fois par M. Demoulin dans son Rapport sur le travail couronné de M. Wilczynski, ont été retrouvés par nous comme application naturelle d'un théorème fondamental de M. Darboux. C'est toujours à ce point de vue que nous nous plaçons dans ce qui suit, pour trouver des transformations des réseaux R, ou plutôt des congruences W formées par les tangentes de ces réseaux.

I. Soit (x) le réseau conjugué à invariants égaux, image d'une telle congruence W sur la variété quadratique Γ à 4 dimensions de l'espace linéaire S_5 et que, pour simplifier, nous représentons par

$$(\Gamma) \qquad \Sigma x_i^2 = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, 6).$$

On peut évidemment supposer que les coordonnées $x_i\,(i = 1, 2, \ldots, 6)$ du point x qui décrit le réseau, exprimées en fonctions des paramètres u et x qui correspondent aux courbes conjuguées du réseau, vérifient un système de la forme

$$(1) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = h\theta, \qquad \frac{\partial^3 \theta}{\partial u^3} + m\frac{\partial^3 \theta}{\partial v^3} = \mathrm{A}\frac{\partial^2 \theta}{\partial u^2} + \mathrm{B}\frac{\partial^2 \theta}{\partial v^2} + \mathrm{C}\frac{\partial \theta}{\partial u} + \mathrm{D}\frac{\partial \theta}{\partial v} + \mathrm{E}\theta.$$

Réciproquement, si les conditions d'intégrabilité, que j'appelle (I), sont satisfaites, le système (1) admet 6 solutions linéairement indépendantes. Par le fait que le réseau (x) est situé sur Γ, on a aussi la relation (Γ). Il en résulte des relations entre les coefficients de (1), que je nomme (II), une desquelles est, par exemple,

$$\mathrm{A} + \mathrm{B} = 0.$$

Considérons maintenant une congruence (xx') conjuguée, au sens de M. Guichard, au réseau (x). On sait de quelle manière on obtient une telle congruence. On détermine d'abord le foyer y par les formules

$$(2) \qquad \frac{\partial y}{\partial u} = x\frac{\partial \mu}{\partial u}, \qquad \frac{\partial y}{\partial v} = \mu\frac{\partial x}{\partial v},$$

y_i correspondant à x_i et μ étant une solution quelconque de la première équation de (1) ; les y_i ne sont déterminées qu'à des constantes addi-

tives près. Le deuxième foyer de la congruence (xy) est défini par $z_i = y_i - \mu x_i$. Soit x' le conjugué harmonique de x par rapport à y et z. On sait d'après le théorème de M. Kœnigs, généralisé pour l'espace S_5, que x' décrit, comme x, un réseau à invariants égaux. Nous obtiendrons une transformation des réseaux R, si nous déterminons la solution μ de manière que le réseau (x') soit situé sur Γ.

II. Posons

$$X = \Sigma x_i y_i, \qquad 2Y = \Sigma y_i^2;$$

les fonctions X et Y sont des solutions correspondantes du système (2). Si l'on écrit qu'on a

$$\Sigma x_i'^2 = 0,$$

on obtient

$$2Y - \mu X = 0,$$

d'où l'on déduit, à l'aide du système (2),

$$X = \frac{\mu}{k} \qquad (k = \text{const.}).$$

Or X vérifie les relations suivantes :

$$(3) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial^2 X}{\partial u \, \partial v} = hX, \\ \dfrac{\partial^3 X}{\partial u^3} + m \dfrac{\partial^3 X}{\partial v^3} = A \dfrac{\partial^2 X}{\partial u^2} + B \dfrac{\partial^2 X}{\partial v^2} + C \dfrac{\partial X}{\partial u} + D \dfrac{\partial X}{\partial v} + EX - \dfrac{\partial \mu}{\partial u} + m \dfrac{\partial \mu}{\partial v} - B\mu. \end{cases}$$

On en conclut que μ doit nécessairement vérifier le système

$$(4) \quad \frac{\partial^2 \mu}{\partial u \, \partial v} = h\mu, \qquad \frac{\partial^3 \mu}{\partial u^3} + m \frac{\partial^3 \mu}{\partial v^3} = A \frac{\partial^2 \mu}{\partial u^2} + B \frac{\partial^2 \mu}{\partial v^2} + C' \frac{\partial \mu}{\partial u} + D' \frac{\partial \mu}{\partial v} + E'\mu,$$

où

$$C' = C - k, \qquad D' = D + km, \qquad E' = E - kB.$$

Or pour ce système les conditions d'intégrabilité sont vérifiées quel que soit K, en vertu des relations que nous avons notées par (I) et (II). On a donc 6 solutions

$$\mu', \quad \mu'', \quad \ldots, \quad \mu^{\text{vi}},$$

et la solution générale est

$$\mu = a'\mu' + a''\mu'' + \ldots + a^{\text{vi}}\mu^{\text{vi}},$$

$a', a'', \ldots, a^{\text{vi}}$ étant des constantes arbitraires. Occupons-nous de la solution μ' et introduisons-la dans le système (2). On aura les solutions y_i', correspondant à x_i. Si nous posons $X' = \Sigma x_i y_i'$, il résulte de (3) et (4) que, par un

choix convenable des constantes additives des y_i', on a

$$X' = \frac{\mu'}{k}.$$

Si nous posons maintenant $y_i = a'y_i' + a''y_i'' + \ldots + a^{\text{vi}}y_i^{\text{vi}}$, on trouve

$$X = \frac{\mu}{k}.$$

Or cette relation donne à l'aide du système (2)

$$2Y - \mu X = c = \text{const.}$$

La constante c est une fonction de $a', a'', \ldots, a$, dont elle dépend *effectivement*. On peut donc choisir ces constantes arbitraires de manière qu'on ait

$$e = 0.$$

III. Le résultat précédent a une double portée. Il démontre d'abord que parmi les congruences W admettant un réseau R pour une des surfaces focales, il y en a une infinité, dépendant d'un certain nombre, 6 tout au plus, de constantes arbitraires et dont la seconde surface focale est aussi un réseau R.

Ensuite, et ceci me semble essentiel, la méthode précédente donne le moyen de choisir la solution d'une équation de Laplace à invariants égaux, de manière que la transformée de Moutard ait, comme l'équation initiale, 6 solutions quadratiques. Cette méthode peut être généralisée et appliquée dans le cas d'un nombre pair de solutions quadratiques. En particulier, j'ai complètement étudié le cas $n = 4$, c'est-à-dire les réseaux à invariants égaux d'une quadrique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients* $\geqq 0$ *et leur application aux problèmes de la production et des salaires.* Note de M. **Maurice Potron**, présentée par M. Appell.

1. MM. Perron et Frobenius (l'un dans les *M. A.*, t. LXIV, p. 261; l'autre dans les *S. A. B.*, 1908, p. 471-476; 1909, p. 514-518) ont obtenu certains résultats relativement aux matrices à éléments > 0. Ces résultats reviennent à ceci : *si une substitution* $(a) = |x_i, \Sigma_k a_{ik} x_k|$ $(i, k = 1, \ldots, n)$ *a tous ses coefficients* > 0, *la racine caractéristique de module maximum de* (a) *est*

réelle, positive et simple. Il existe une fonction $\Sigma_i \alpha_i x_i$, *à coefficients* > 0, *et une seule à un facteur constant près, que* (a) *multiplie par cette racine caractéristique. Et cette fonction est, à un facteur constant près, la seule fonction* $\Sigma_i \alpha_i x_i$, *à coefficients* > 0, *que* (a) *multiplie par une constante.*

2. Faisant une généralisation partiellement indiquée par M. Frobenius, j'ai montré, par continuité, que, *si les coefficients de* (a) *sont seulement supposés* $\geqq 0$, *la racine caractéristique de module maximum de* (a) *est réelle et non négative, et qu'il existe au moins une fonction* $\Sigma_i \alpha_i x_i$, *à coefficients* $\geqq 0$ *et non tous nuls, que* (a) *multiplie par cette racine caractéristique.*

3. Continuant l'étude de ce cas plus général, j'ai montré que, *si r désigne cette racine caractéristique de module maximum, et* $n-q$ *le rang de la matrice des coefficients du système*

$$r\alpha_i - \Sigma_k a_{ki}\alpha_k = 0 \qquad (i, k = 1, \ldots, n),$$

il y a au plus q fonctions distinctes $\Sigma_i \alpha_i x_i$, *à coefficients* $\geqq 0$ *et non tous nuls, que* (a) *multiplie par* rq.

J'ai montré ensuite, par l'application d'un théorème dû à Minkowski (*Geometrie der Zahlen*, p. 39-45) que, *dans l'une au moins de ces fonctions,* $q-1$ *au moins des coefficients* α *sont nuls, les autres étant* > 0, et qu'*alors* (a) *transforme les variables* x *correspondant aux coefficients* > 0 *en des fonctions linéaires de ces seules variables.* J'en conclus que, *si* (a) *transforme certaines des variables* x *en des fonctions linéaires de ces seules variables* (1), *opérant ainsi une substitution que l'on peut désigner par* $(a)_1$, *si* r_1 *est la racine caractéristique de module maximum de* $(a)_1$, *il existe au moins une fonction linéaire des seules variables de* $(a)_1$, *à coefficients* $\geqq 0$ *et non tous nuls, que* (a) *multiplie par* r_1. Enfin, *s'il existe une fonction linéaire des variables de* $(a)_1$, *à coefficients* > 0, *que* (a) *multiplie par une constante, cette constante ne peut être que* r_1.

3. Il résulte de ces théorèmes que *le système*

$$(1) \quad \begin{cases} (1) \quad s\alpha_i - \Sigma_k a_{ki}\alpha_k = \Sigma_l b_{l,i}\beta_l \\ (2) \quad \alpha_i > 0, \quad \beta_l \geqq 0 \end{cases} \qquad (i, k = 1, \ldots, n;\ l = 1, \ldots, p),$$

dans lequel les coefficients a et b sont $\geqq 0$, *admet des solutions seulement, et, si la matrice* $|a_{ik}|$ *n'est pas partiellement réduite, toujours, si le paramètre s*

---

(1) Je dirai, dans ce cas, que la matrice $|a_{ik}|$ est *partiellement réduite*.

est au moins égal à la racine caractéristique r *de module maximum de* $|a_{ik}|$. *Si la matrice* $|a_{ik}|$ *est partiellement réduite, on peut seulement affirmer, pour* $s=r$, *que* (1) *a, en général, des solutions vérifiant*

$$(3)\qquad \alpha_i \geqq 0, \quad \Sigma_i \alpha_i > 0, \quad \beta_l = 0 \qquad (i=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p).$$

De même, *s et t désignant deux paramètres indépendants, e > o, le système*

$$(\mathrm{II})\qquad \begin{cases} (1) & s\alpha_i - \Sigma_k a_{ki}\alpha_k = \Sigma_l b_{li}\beta_l \\ (4) & t\beta_l = \Sigma_i c_{li}\alpha_i \qquad\qquad (i, k=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p), \\ (5) & \alpha_i > 0, \quad \beta_l > 0 \end{cases}$$

dans lequel on a

$$a_{ik} \geqq 0, \quad b_{li} \geqq 0, \quad c_{li} \geqq 0, \quad \Sigma_i c_{li} > 0 \quad (i=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p),$$

admet des solutions seulement, et, si $|a_{ik}|$ *n'est pas partiellement réduite, toujours si s est la racine caractéristique* $\sigma(t)$ *de module maximum de* $\left|a_{ki} + \frac{1}{t}\Sigma_l b_{li} c_{lk}\right|$. *Comme précédemment, si* a_{ik} *est partiellement réduite, on peut seulement affirmer que* (1) *et* (4) *ont des solutions vérifiant*

$$(6)\quad \alpha_i \geqq 0, \quad \beta_l \geqq 0, \quad \Sigma_i \alpha_i > 0, \quad \Sigma_l \beta_l > 0 \quad (i=1, \ldots, n;\ l=1, \ldots, p).$$

Soit $\mathrm{D} = |su_{ik} - a_{ik}|$ ($u_{ik}=0$ pour $i \neq k$, $u_{ii}=1$); *si l'on désigne par* D_{ik} *les éléments de l'adjoint de* D, *si s est plus grand que la racine caractéristique r de module maximum de* $|a_{ik}|$, *et si l'on pose*

$$\Sigma_i c_{ji} \mathrm{D}_{ik} = \mathrm{D} d_{jk}, \quad \Sigma_k b_{lk} d_{jk} = \mathrm{B}_{lj} \quad (i, k=1, \ldots, n;\ j, l=1, \ldots, p),$$

on voit que (II) *équivaut à*

$$(\mathrm{III})\qquad \begin{cases} (7) & t\beta_j - \Sigma_l \mathrm{B}_{lj}\beta_l = 0 \\ (4) & t\beta_l = \Sigma_i c_{li}\alpha_i \qquad\qquad (i=1, \ldots, n;\ j, l=1, \ldots, p), \\ (5) & \alpha_i > 0, \quad \beta_l > 0 \end{cases}$$

et que, *les* B *étant* $\geqq 0$, (III) *admet des solutions seulement, et, si* $|\mathrm{B}_{lj}|$ *n'est pas partiellement réduite, toujours si t est la racine caractéristique* $\tau(s)$ *de module maximum de* $|\mathrm{B}_{lj}|$. *Même énoncé que précédemment si* $|\mathrm{B}_{lj}|$ *est partiellement réduite.*

On voit aussi que *les deux fonctions* σ *et* τ *sont inverses l'une de l'autre*, et que *les conditions* : $t > 0$, *s au moins égal (ou égal) à la racine caractéristique de module maximum de* $\left|a_{ik} + \frac{1}{t}\Sigma_l b_{lk} c_{li}\right|$, *équivalent aux conditions* : $s > r$, *t au moins égal (ou égal) à la racine caractéristique de module maximum de* $|\mathrm{B}_{jl}|$.

Ces résultats s'appliquent immédiatement à la solution d'importants problèmes économiques.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *De la viscosité dans le mouvement des membranes flexibles.* Note de M. **Louis Roy**, présentée par M. P. Appell.

Soient

$$x = f(u, v, t), \qquad y = g(u, v, t), \qquad z = h(u, v, t),$$

les équations de la membrane à l'instant t. En employant les variables dites de Lagrange, chaque point matériel de la membrane se trouve, à chaque instant, caractérisé par le même couple de valeurs (u, v) des paramètres. Il en résulte que les lignes du réseau correspondent toujours aux mêmes lignes matérielles, de sorte que celui-ci ne peut être constamment orthogonal. Soient ds l'élément linéaire et $d\mathrm{S}$ l'élément d'aire correspondant; on a les formules connues

$$ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\,\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2, \qquad d\mathrm{S} = \sqrt{\mathrm{EG} - \mathrm{F}^2}\,du\,dv = \mathrm{H}\,du\,dv.$$

Les équations du mouvement peuvent s'obtenir en écrivant qu'on a, dans toute modification virtuelle isothermique,

$$(1) \qquad \delta\mathfrak{T}_e + \delta\mathfrak{T}_v + \delta\mathrm{J} - \delta_{\mathrm{T}}\Phi = 0,$$

$\delta\mathfrak{T}_e$ désignant le travail élémentaire des forces extérieures, $\delta\mathfrak{T}_v$ celui des actions de viscosité, $\delta\mathrm{J}$ celui des forces d'inertie et $\delta_{\mathrm{T}}\Phi$ la variation isothermique du potentiel thermodynamique interne. Ces différentes quantités, sauf $\delta\mathfrak{T}_v$, ont des formes analogues à celles relatives aux fluides; cherchons donc l'expression de $\delta\mathfrak{T}_v$.

Imposons à la membrane, à l'instant t, un déplacement virtuel $\delta(x, y, z)$; les éléments ds et $d\mathrm{S}$ subissent des variations δds et $\delta d\mathrm{S}$ données par les formules

$$2\,ds\,\delta\,ds = \delta\mathrm{E}\,du^2 + 2\,\delta\mathrm{F}\,du\,dv + \delta\mathrm{G}\,dv^2, \qquad \delta\,d\mathrm{S} = \delta\mathrm{H}\,du\,dv,$$

où l'on a

$$(2) \qquad \delta\mathrm{E} = 2\sum x'_u \frac{\partial\,\delta x}{\partial u}, \quad \delta\mathrm{F} = \sum\left(x'_u \frac{\partial\,\delta x}{\partial v} + x'_v \frac{\partial\,\delta x}{\partial u}\right), \quad \delta\mathrm{G} = 2\sum x'_v \frac{\partial\,\delta x}{\partial v},$$

$$2\,\mathrm{H}\,\delta\mathrm{H} = \mathrm{G}\,\delta\mathrm{E} - 2\,\mathrm{F}\,\delta\mathrm{F} + \mathrm{E}\,\delta\mathrm{G},$$

et les dilatations correspondantes, linéaire ∂ et superficielle $\mathfrak{I}$, ont pour

expressions

$$(3)\qquad \begin{aligned} \partial &= \frac{\delta\, ds}{ds} = \frac{1}{2}\,\frac{\delta \mathrm{E}\, du^2 + 2\,\delta \mathrm{F}\, du\, dv + \delta \mathrm{G}\, dv^2}{\mathrm{E}\, du^2 + 2\,\mathrm{F}\, du\, dv + \mathrm{G}\, dv^2}, \\ \mathfrak{S} &= \frac{\delta\, d\mathrm{S}}{d\mathrm{S}} = \frac{1}{2}\,\frac{\mathrm{G}\,\delta \mathrm{E} - 2\mathrm{F}\,\delta \mathrm{F} + \mathrm{E}\,\delta \mathrm{G}}{\mathrm{H}^2}. \end{aligned}$$

Pour que la transformation conserve les angles et les longueurs, on sait qu'il faut et il suffit que $\delta(\mathrm{E}, \mathrm{F}, \mathrm{G}) = 0$; l'élément $d\mathrm{S}$ est alors égal à l'élément transformé. La déformation de $d\mathrm{S}$ est donc entièrement définie par les trois quantités $\delta\mathrm{E}$, $\delta\mathrm{F}$, $\delta\mathrm{G}$.

Les liaisons entre les divers éléments $d\mathrm{S}$ étant des soudures au sens de M. Duhem, on aura

$$\delta \mathfrak{T}_v = -\int (\mathcal{E}\,\delta \mathrm{E} - 2\mathcal{F}\,\delta \mathrm{F} + \mathcal{G}\,\delta \mathrm{G})\, d\mathrm{S},$$

$\mathcal{E}$, $\mathcal{F}$, $\mathcal{G}$ étant les actions de viscosité, fonctions des variables E, F, G, T (température absolue), qui définissent l'état de l'élément $d\mathrm{S}$, et aussi des dérivées

$$(4)\qquad \begin{cases} \mathrm{E}' = \dfrac{\partial \mathrm{E}}{\partial t} = 2\sum x'_u \dfrac{\partial \mathrm{U}}{\partial u}, \qquad \mathrm{F}' = \dfrac{\partial \mathrm{F}}{\partial t} = \sum\left(x'_u \dfrac{\partial \mathrm{U}}{\partial v} + x'_v \dfrac{\partial \mathrm{U}}{\partial u}\right), \\ \mathrm{G}' = \dfrac{\partial \mathrm{G}}{\partial t} = 2\sum x'_v \dfrac{\partial \mathrm{U}}{\partial v}, \end{cases}$$

où l'on a posé

$$(\mathrm{U}, \mathrm{V}, \mathrm{W}) = \frac{\partial(x, y, z)}{\partial t}.$$

D'après l'hypothèse approximative et celle de Lord Rayleigh [1], il existe une « fonction dissipative » $2\mathfrak{D}$, homogène et du second degré en E', F', G', telle que

$$2\mathfrak{D} = \mathcal{E}\mathrm{E}' - 2\mathcal{F}\mathrm{F}' + \mathcal{G}\mathrm{G}',$$

d'où il résulte qu'on a pour les actions de viscosité

$$(5)\qquad \mathcal{E} = \frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial \mathrm{E}'}, \qquad -2\mathcal{F} = \frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial \mathrm{F}'}, \qquad \mathcal{G} = \frac{\partial \mathfrak{D}}{\partial \mathrm{G}'},$$

et que, dans une modification réelle,

$$(6)\qquad \delta \mathrm{E} = \mathrm{E}'\, dt, \qquad \delta \mathrm{F} = \mathrm{F}'\, dt, \qquad \delta \mathrm{G} = \mathrm{G}'\, dt,$$

---

(1) P. Duhem, *Théorie thermodynamique de la viscosité, du frottement et des faux équilibres chimiques*, p. 46.

le travail de viscosité a pour expression

$$(7) \qquad d\mathcal{G}_v = -dt\int 2\Phi\, dS.$$

Cela posé, pour obtenir l'expression de 2Φ, il faut exprimer que la membrane est isotrope. Voyons donc comment la déformation réelle (6) est caractérisée géométriquement.

Au point $M(u,v)$ de la surface primitive et dans la direction (du, dv), portons une longueur $MP = \frac{1}{1+\partial}$. Le lieu du point P dans le plan tangent en M est l'ellipse des dilatations, dont les axes sont les directions principales. En appelant $D_1\,dt$, $D_2\,dt$ les dilatations principales, on reconnaît que celles-ci sont données per l'équation

$$4H^2D^2 - 2(GE' - 2FF' + EG')D + E'G' - F'^2 = 0.$$

La membrane étant isotrope, 2Φ doit être une fonction entière symétrique des racines de cette équation et, par suite, une fonction entière de ses coefficients

$$GE' - 2FF' + EG', \qquad E'G' - F'^2.$$

En appelant $\theta\, dt$ la dilatation superficielle réelle et en remarquant qu'on a, d'après (3),

$$\theta = \frac{1}{2}\,\frac{GE' - 2FF' + EG'}{H^2},$$

on peut donc écrire

$$(8) \qquad 2\Phi = \Lambda H^2\theta^2 + M(E'G' - F'^2),$$

où Λ et M sont les « coefficients de viscosité » de la membrane, fonctions de la densité ρ et de T. Dès lors, les formules (5) nous donnent pour les actions de viscosité

$$(9) \qquad 2\mathcal{E} = \Lambda G\theta + MG', \qquad 2\mathcal{F} = \Lambda F\theta + MF', \qquad 2\mathcal{G} = \Lambda E\theta + ME'.$$

Le travail de viscosité étant essentiellement négatif, la fonction dissipative doit, d'après (7) et (8), être une forme quadratique définie positive. On reconnaît alors que les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'il en soit ainsi sont

$$M < 0, \qquad \Lambda + M > 0.$$

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur la protection des installations à courant faible contre les perturbations provoquées par les courants alternatifs.* Note de M. **Girousse**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. 153, séance du 10 juillet 1911, p. 97), j'ai exposé un procédé permettant d'assurer le fonctionnement des appareils télégraphiques en les soustrayant aux influences perturbatrices dues aux courants alternatifs ; ce procédé consiste à employer un récepteur à deux enroulements égaux, connectés de telle sorte que leurs actions s'annulent quand un courant se bifurque également entre eux ; un des enroulements est en série avec une self et une capacité réglées de manière à être en résonance pour la fréquence du courant perturbateur, l'autre avec une résistance égale à celle de la bobine de self. Grâce à la résonance, le courant alternatif perturbateur se partage également entre les deux enroulements et reste sans action sur l'armature de l'électro-récepteur, tandis que le courant télégraphique, qui est continu, ne traverse que l'enroulement en série avec la résistance et fait fonctionner l'électro à la façon ordinaire.

Il est important, au point de vue des applications pratiques, de déterminer les limites dans lesquelles les éléments du courant perturbateur qui circule dans la ligne à courant faible (intensité et fréquence) peuvent varier, sans que le système cesse d'être efficace. En effet, l'équilibre qui existe entre les deux circuits est altéré lorsque l'intensité varie (période variable) ou lorsque la fréquence varie (résonance détruite). Or ces phénomènes se produisent constamment, surtout lorsque le trouble est dû à une ligne de traction monophasée ou triphasée.

Pour déterminer expérimentalement ces limites, je me suis servi d'une ligne artificielle dans laquelle était intercalé un récepteur Morse protégé par le procédé indiqué ; la pile de ligne était de 60 volts environ ; on manipulait à la vitesse ordinaire. Le courant perturbateur était pris en dérivation sur le Secteur de la Rive gauche à 42 périodes ; son intensité était de 30 milliampères ; un interrupteur permettait de fermer et d'ouvrir brusquement le circuit perturbateur. Il n'était pas possible de faire varier la fréquence du secteur, mais on pouvait agir sur la capacité et, par conséquent, modifier à volonté le produit $LC\omega^2$. Dans ces conditions, il a été possible de faire varier la capacité de 10 pour 100 en plus ou en moins sans aucune altération de la réception. Cette variation de 10 pour 100 de la capacité C ou du produit $LC\omega^2$ produit la même altération de la résonance qu'une variation de la fréquence ou de ω de 5 pour 100. Quant à l'intensité perturbatrice de 30 milliampères, elle est déterminée par une force électromo-

motrice perturbatrice de 110 volts sur une ligne de 3000 ohms, en tenant compte des impédances qui s'ajoutent à la résistance de la ligne.

Il est donc possible, en employant *uniquement* le procédé précédemment indiqué, *de soustraire un récepteur télégraphique à l'action perturbatrice produite par une force électromotrice de 110 volts efficaces brusquement appliquée, la fréquence du courant perturbateur pouvant varier de 5 pour 100 en plus ou en moins*.

Mais on peut réduire très notablement l'intensité perturbatrice dans l'appareil, et, par conséquent, augmenter la tolérance admissible pour la fréquence, ce qui offre un grand intérêt pour les lignes de traction électrique.

Un procédé très simple consiste à augmenter la résistance de la ligne; il n'y a rien d'excessif à porter cette résistance (y compris naturellement celle du récepteur) à 7500 ohms, ce qui entraîne l'adoption d'une pile de 150 volts; or le Central télégraphique de Marseille utilise sans inconvénient des piles de 150 volts, et en Amérique certaines lignes utilisent jusqu'à 400 volts. Ainsi, l'intensité perturbatrice, avec une même force électromotrice perturbatrice est réduite dans le rapport de $\frac{1}{2,5}$, ce qui permet d'augmenter d'autant la tolérance pour ω^2.

Un autre procédé, basé sur la *résonance*, consiste à monter en dérivation entre la ligne et la terre un circuit formé d'une capacité et d'un self en résonance pour la fréquence perturbatrice. Ainsi, le courant alternatif perturbateur, trouvant une dérivation qui n'offre d'autre résistance que la résistance ohmique de la bobine du self, y passe pour la plus grande part, tandis que le courant continu, arrêté par le condensateur de cette dérivation, traverse intégralement le récepteur. Il est même possible de monter plusieurs dérivations de ce genre, accordées pour des fréquences différentes, ce qui permet d'éliminer plusieurs courants perturbateurs.

Ce procédé s'applique sans difficulté aux lignes téléphoniques; celles-ci ne sont que peu troublées en général par les courants alternatifs, lorsqu'elles sont convenablement croisées et que leur isolement est satisfaisant, mais elles sont le siège de tensions désagréables pour les abonnés et le personnel des bureaux, et même dangereuses pour les ouvriers des lignes qui peuvent être précipités des poteaux sur le sol. En montant une dérivation constituée, comme il est dit plus haut, entre chaque fil et la terre, la ligne se trouve au potentiel de la terre pour le courant perturbateur, tandis que son isolement n'est que peu diminué pour le courant téléphonique dont la fréquence est beaucoup plus élevée : l'impédance de la dérivation pour le courant téléphonique est alors due tout entière à la réactance de la self.

Dans le cas d'une ligne à simple fil, qui est toujours beaucoup plus troublée qu'un circuit bifilaire, il est aisé de calculer cette dérivation, de manière que la résistance de la bobine de self soit inférieure au quart de celle du circuit de l'appareil protégé. Dans ces conditions, il ne passe plus que $\frac{1}{5}$ de l'intensité perturbatrice à travers le récepteur; on peut donc augmenter notablement le maximum admissible du courant perturbateur ou les limites dans lesquelles on peut tolérer les variations de fréquence.

On peut admettre, par exemple, les nombres suivants pour les divers éléments de la ligne télégraphique à protéger :

Résistance ohmique totale de la ligne et du système Morse récepteur, 7500 ohms.

Pile de ligne, 150 volts.

Impédance de chaque circuit perturbateur pour la fréquence perturbatrice (fréquence 25), 2200 ohms.

Résistance de la self de la dérivation, 500 ohms.

Avec ces données, on peut admettre une force électromotrice perturbatrice variant brusquement de 0 *à* 110 *volts, la fréquence pouvant varier de* 10 *pour* 100 *en plus ou en moins.*

ÉLECTRICITÉ. — *Machine à plan de référence électrique, propre à répéter une même translation donnée.* Note de M. A. **Guillet**, présentée par M. G. Lippmann.

1° Pour communiquer à un chariot des translations consécutives égales, on emploie deux moyens.

Le premier consiste à entraîner un écrou, sans temps perdu au cours de *rotations égales*, par une *vis parfaite*.

Le second consiste à observer les *franges d'interférence*, qui se produisent entre deux surfaces S et S′ l'une immobile, l'autre portée par le chariot, et à déplacer alternativement S et S′ de façon à produire l'apparition ou la disparition d'un même nombre de franges; le milieu interposé doit conserver un *indice constant* et la radiation homogène interférente une *période fixe*.

La *solution mécanique* est simple, mais exige un contrôle renouvelé de la vis; la solution *optique*, quelque forme que l'on choisisse (Fizeau, Michelson, Perot et Fabry) est d'une application délicate et exige un opérateur averti.

En principe, les nombreux phénomènes dont la mesure est liée à celle d'une longueur, par des lois bien connues, peuvent être utilisés, mais il en

est peu qui répondent aux conditions de précision et de sensibilité des méthodes mécanique et optique.

2° Je décrirai seulement une solution *électrique* que j'ai longuement étudiée et que je ne crois pas inférieure aux précédentes. Elle est fondée sur l'induction mutuelle de deux circuits (¹).

Avec l'aide dévouée de M. Ch. Entressengle, j'ai construit une machine composée d'un bâti muni d'un guide le long duquel se meuvent deux chariots C_1 et C_2. Le chariot C_1, roulant sur billes, porte deux blocs arrêtés à la distance choisie, servant chacun de support à une bobine identique B. Le chariot C_2 porte de même une bobine *b* dont l'axe, parallèle au guide, coïncide avec l'axe commun des bobines B. Ces conditions ne sont à réaliser qu'approximativement par construction.

Le chariot C_1 est déplacé au moyen d'une vis micrométrique (qui intervient seulement par son action mécanique) par l'intermédiaire d'une vis tangente et d'une roue d'engrenage à 100 dents. Un tour de la vis tangente déplace le chariot de $\frac{1}{200}$ de millimètre. Le chariot C_2 est aussi déplacé à l'aide d'une vis micrométrique et par l'intermédiaire d'un système démultiplicateur de même ordre que le précédent.

Un *trieur par synchronisation* (²) ouvre et ferme périodiquement un circuit inducteur comprenant les bobines BB (par exemple) et envoie en même temps dans un galvanomètre les courants de même sens induits dans la bobine *b*.

Comme les bobines B, B sont excitées de façon à opposer leurs champs, il existe une position de la bobine *b* pour laquelle l'induction est nulle. Cette *position de référence* dans le système BB est invariable tant qu'on ne déplace pas les bobines BB, l'une par rapport à l'autre, et l'on peut imaginer que deux plans Π_1, Π_2 liés, l'un à C_1, l'autre à C_2, sont alors en coïncidence.

A un déplacement de x centimètres de la bobine *b* à partir de la position d'équilibre correspond une induction mutuelle Mi.

Voici, pour fixer *l'ordre de grandeur* de l'induction mutuelle, la valeur du coefficient M pour l'un des appareils que j'ai établis :

$$10^{-7}M = 1,66091\,x + 0,01\,x^3 - 0,00613\,x^5.$$

Il est à remarquer que M varie à peu près proportionnellement à x pour

(¹) A. GUILLET, *Mesure électrique des petites longueurs* (*Comptes rendus*, 2 mars 1908). — J. VILLEY, *Sur la mesure des déplacements très petits au moyen de l'électromètre* (*Comptes rendus*, 24 octobre 1910).

(²) A. GUILLET, *Trieur par synchronisation* (*Comptes rendus*, 19 juin 1911).

les petits déplacements; ainsi pour

$x =$	$3^{mm},56$	$7^{mm},12$	$8^{mm},31$	$11^{mm},84$	$16^{mm},58$	$23^{mm},42$
$\frac{M}{x} \cdot 10^{-7} =$	1,662	1,664	1,665	1,668	1,674	1,687

Évidemment on fait varier la sensibilité en modifiant la distance δ des bobines BB.

Ainsi, dans l'une des machines, lorsque la distance

$\delta_{mm} =$	100	80	60	55	50	45	40

les déplacements ε de la bobine b, estimés en divisions de micromètre du microscope qui équilibrent une même induction mutuelle (μ), ont pour valeurs

$\varepsilon =$	11,03	11,30	11,88	12,62	13,45	18,12	23,1

3° Soit maintenant à reproduire p fois par translation un même déplacement x donné.

Par le jeu d'un commutateur, on met en série les circuits (I)BB d'une part et b d'autre part avec les circuits B′ et b' d'un groupe auxiliaire (II), de façon que les inductions en b et b' soient opposées et l'on règle la position de b' pour que

$$M + M' = 0.$$

Le galvanomètre étant ainsi ramené au zéro, on ne touche plus au groupe (II), désormais dépositaire de la période x à répéter.

La fidélité du trieur synchrone est telle qu'on peut exprimer un déplacement ε par le rapport des déviations du spot qui correspondent à ce déplacement et à x.

Isolant à nouveau le système (I), le chariot C_1 est déplacé vers C_2 de manière à ramener le galvanomètre au zéro; alors les deux plans Π_1, Π_2 se retrouvent en coïncidence. En répétant ces mêmes opérations plusieurs fois, on réalisera une translation totale telle que $u = px$.

Il est facile de déduire de l'équation (1) la précision avec laquelle la coïncidence Π_1, Π_2 est obtenue en se donnant le courant i (quelques centiampères), la fréquence n (100) des interruptions inductrices, et la sensibilité g du galvanomètre. La translation répétée x peut être une longueur optiquement relevée au microscope ou mieux par un procédé interférentiel.

La grande précision avec laquelle la coïncidence de référence Π_1, Π_2 est établie et la commodité de cette opération fondamentale sont les caractéristiques principales de la machine qui n'intervient que par sa *sensibilité*.

Cette machine se prête, après graduation (ou calcul si sa construction a été géométriquement combinée), à la mesure d'une induction mutuelle; aux diverses applications d'une machine à diviser; au contrôle et à la correction des vis micrométriques; à l'examen de la précision des pointés optiques, etc.

Les mêmes considérations s'appliquent aux angles.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *Résistivité et thermoélectricité du tantale.* Note de M. **H. Pécheux**, présentée par M. J. Violle.

Lorsqu'on détermine la résistivité d'un filament de tantale, on est frappé par les différences, assez sensibles, que présentent les résultats pour divers échantillons provenant de la même source.

J'ai examiné plusieurs échantillons, à des époques différentes, et j'ai obtenu les résultats suivants, que j'ai l'honneur de communiquer à l'Académie. Ces échantillons m'ont été gracieusement offerts par la maison Siemens et Halske, de Berlin, laquelle fabrique les lampes au tantale, comme on sait.

1° *Résistivité.* — J'ai opéré par la méthode du pont de Weathstone, à corde, chaque fil étant porté à des températures variables, de la température ambiante à 200° environ. J'ai ainsi repéré les résistances de $0^{m},50$ de fil à cinq températures différentes; j'en ai déduit ensuite, par le calcul, et connaissant les dimensions de ce fil (longueur, section droite), la résistivité à 0° et les coefficients de température; par suite, la résistivité à $t°$.

Voici mes résultats, en microhms, pour trois échantillons pris au hasard:

A. $\rho_t = 14\ (1 + 0,0029\,t - 0,0000019\,t^2)$;

B. $\rho_t = 15,12(1 + 0,0022\,t + 0,0000091\,t^2)$;

C. $\rho_t = 16,38(1 + 0,0025\,t + 0,0000004\,t^2)$.

J'ai oxydé ensuite chaque fil étudié, en le traitant par la potasse pure à l'ébullition. J'ai pu reconnaître, dans le mélange d'oxydes obtenus ainsi, la présence du *niobium*, en quantité faible mais appréciable. Je n'ai pas dosé exactement la proportion de niobium, mais j'ai classé les trois échantillons par ordre de teneur décroissante en nobium : A, B, C.

Les résultats qui précèdent montrent que :

a. La résistivité croît avec la pureté du fil, en tantale;

b. Le principal coefficient de température croît avec la pureté du métal

(le métal A, légèrement oxydé, présente une allure un peu différente des deux autres).

2° *Thermoélectricité.* — J'ai fait un couple thermoélectrique avec chacun des fils (A, B, C) et un fil de platine pur; et j'ai déterminé les forces électromotrices de chaque couple, entre 0° et 400°, par la méthode des déviations, en employant des bains de températures connues; le galvanomètre Deprez-d'Arsonval, utilisé, était gradué en microvolts; chaque fil de tantale avait été bien recuit.

Voici les formules que j'ai déduites des résultats de mes expériences, pour le pouvoir thermoélectrique des trois couples, en microvolts, à t° centigrades :

A. $$\frac{dE}{dt} = 0,26 + 0,0048\,t;$$

B. $$\frac{dE}{dt} = 1,28 + 0,0068\,t;$$

C. $$\frac{dE}{dt} = 2,20 + 0,0246\,t.$$

Ces formules montrent que :

a. Le pouvoir thermoélectrique croît avec la pureté du tantale;

b. Le recuit augmente le pouvoir thermoélectrique (je l'ai vérifié avec le métal du couple C).

Le tantale C est plus pur que les deux autres; c'est le plus pur des échantillons examinés; il renferme des traces de carbone.

Dans l'échelle thermoélectrique, les métaux A et B se placent entre le platine et le palladium; le métal C, qu'on peut considérer comme du tantale à peu près pur, entre le palladium et le platine rhodié à 10 pour 100 de rhodium.

PHYSIQUE. — *Sur les variations de la conductibilité d'un corps phosphorescent sous l'action de la lumière.* Note de M. P. Vaillant, présentée par M. J. Violle.

Le corps étudié est le sulfure de calcium.

Deux feuilles d'étain collées sur une lame de verre laissent entre elles une fente rectiligne d'un demi-millimètre environ remplis de Ca S dont les grains sont maintenus en place par de la colle forte ordinaire. Ce système est suspendu entre deux glissières

conductrices à l'intérieur d'une chambre noire en ébonite de façon que le sulfure se trouve en regard d'une fente pratiquée dans la paroi. Cette chambre est elle-même placée dans le fond d'une chambre plus grande à l'autre extrémité de laquelle se trouve la source de lumière (lampe à incandescence) séparée de la fente par une épaisseur d'eau de 1^{dm} environ.

La résistance de la couche de sulfure dépend évidemment de son épaisseur. Dans les expériences faites, l'ordre de cette résistance a varié de 100 à 10000 mégohms.

Pour en évaluer les variations, on l'intercale, en même temps qu'un galvanomètre sensible, entre les pôles d'une batterie de 44 petits accumulateurs de 1 ampère-heure environ de capacité.

Un des effets du courant est de polariser la résistance. Cette polarisation, lente à produire, est extrêmement persistante. Pour en éliminer l'influence, on note la déviation du galvanomètre pour les deux sens du courant et on prend la moyenne. Comme d'autre part la déviation atteint assez rapidement un maximum, puis diminue du fait de la polarisation, on ne maintient le courant dans un sens déterminé que le temps nécessaire à l'établissement du maximum, soit une quinzaine de secondes.

Une autre circonstance à signaler est qu'en dehors de tout rayonnement, la résistance du sulfure augmente de façon continue. Pour le dernier système expérimenté la résistance a passé en six jours de

$$100\,R \text{ à } 191\,R,$$

R étant l'ordre du mégohm.

Mais ces variations de conductibilité sont sans effet sur les variations relatives que détermine l'énergie rayonnante. C'est ainsi que dans quatre déterminations où les conductibilités étaient à l'origine respectivement proportionnelles à

$$100 \qquad 91,6 \qquad 83,2 \qquad 69,9;$$

ces conductibilités sont devenues après 10 minutes d'éclairement (lampe de 5 bougies)

$$118,5 \qquad 196,5\times 0,916 \qquad 119,3\times 0,832 \qquad 119,1\times 0,699.$$

L'augmentation de conductibilité que détermine l'énergie rayonnante n'est pas instantanée et il y a lieu de distinguer dans l'ensemble des variations résultant d'un éclairement de durée et d'intensité déterminées, trois périodes : 1° la période d'éclairement; 2° une période pendant laquelle la conductibilité continue à croître bien que l'éclairement ait cessé; 3° la période de décroissance de la conductibilité.

1. En cours d'éclairement, la conductibilité croît d'abord assez lentement, puis plus vite et à peu près linéairement, et à nouveau de moins en moins vite.

Lampes de 5 bougies.

Durée d'éclairement en minutes	0	1	2	5	10	15	20	25	30 ...	55	60
Conductibilité.......	100	100,4	101,0	105,5	119,3	135,6	151,8	167,3	182,1...	236,7	246,5
Variations successives.				5,5	13,8	16,3	16,2	16,5	14,8...	»	9,8

Finalement, la conductibilité passe par un maximum, puis diminue lentement. Le maximum est atteint d'autant plus tard et est d'autant plus faible que l'éclairement est moins intense.

Lampe de 5 bougies, maximum (après 210 minutes)......... 328
Lampe de 16 bougies, maximum (après 70 minutes)......... 697

la conductibilité à l'origine étant toujours prise égale à 100.

2. Lorsque l'éclairement est supprimé, la conductibilité commence toujours par augmenter, même lorsque, par suite d'un éclairement prolongé, elle est en voie de décroissance. Elle croît jusqu'à un maximum, atteint d'autant plus vite et d'autant plus brusque que la durée d'éclairement a été plus longue. Pour une durée croissante d'éclairement, le quotient $\frac{(\delta c)_m}{t}$, où $(\delta c)_m$ est la variation relative maxima de conductibilité et t le temps d'éclairement, décroît d'abord, puis reste sensiblement constant et finalement diminue.

Lampe de 5 bougies									
	t (minutes)	1	2	3	5	10	20	60	210
	$\frac{(\delta c)_m}{t}$....	0,038	0,030	0,030	0,027	0,028	0,030	0,025	0,011

3. La période de décroissance de la conductibilité se compose elle-même de trois parties :

I. Période de descente brusque, d'autant plus brusque que la durée d'éclairement a été plus longue. Cette période ne dure que quelques minutes.

II. Période de décroissance régulière, beaucoup plus longue, pendant laquelle la conductibilité diminue (proportionnellement au temps si l'éclairement a été relativement court, proportionnellement au carré du temps si l'éclairement a été très prolongé), le temps étant compté du début de l'éclairement et non du commencement de la décroissance.

III. Période lente, pendant laquelle la résistance augmente lentement et irrégulièrement, sans que l'éclairement semble jouer aucun rôle.

Si un nouvel éclairement est produit avant que cette troisième période soit atteinte, la portion ascendante de la courbe des conductibilités n'est pas modifiée : la seule différence est que, pour retrouver la loi de décroissance régulière, il faut prendre pour conductibilité origine, non celle qui correspond au début de l'éclairement, mais une conductibilité plus petite.

Exemples de décroissances :

Éclairement de 20 minutes.....	t	28	30	40	50	60	90	120	180
Maximum atteint à la minute 26	$\delta c \times t$	16,8	17,5	17,4	17,4	17,2	17,2	18,7	21,9
Éclairement de 60 minutes.....	t	64	66	68	70	80	90	120	150	180
Maximum atteint à la minute 62	$\delta c \times t^2$	6140	6310	6470	6530	6340	6140	5640	4750	3610
Éclairement de 5 minutes succédant à un éclairement initial. Maximum atteint à la minute 14	t / $(\delta c \times 0{,}018)\,t$	17 / 25,6	20 / 29,8	25 / 29,5	31 / 30,3	40 / 29,9	50 / 25,6	60 / 19,2		

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité de l'éther pur.* Note de M. J. Carvallo, présentée de M. E. Bouty.

M. Schröder, étudiant la conductibilité de l'éther, pense avoir obtenu ce liquide dans un état de pureté absolu; il conclut de ses mesures que celui-ci est alors, comme l'eau pure d'après Kohlrausch, dans un état de dissociation partielle, et il assigne à la constante de dissociation de ce liquide la valeur 155.10^{-3}. Les expériences suivantes prouvent que le liquide préparé par M. Schröder n'était pas encore de l'éther pur :

Un récipient de verre de mêmes dimensions que celui employé par M. Schröder dans son expérience définitive (électrodes de platine : longueur 60^{mm}, largeur 8^{mm}, distance environ 3^{mm}) communique par un tube de verre sans masticages ni rodages, avec une ampoule qui permet de vider ou remplir à volonté le tube à électrodes. L'appareil fut rempli, une fois pour toutes, de la quantité d'éther nécessaire et scellé au chalumeau. Le liquide provenait d'une série de distillations fractionnées faites à l'abri de l'air (les premières sur du sodium), dans une série d'ampoules réunies à l'appareil de mesure par des canalisations entièrement en verre. L'appareil avait été au préalable soigneusement lavé et séché par un vide très poussé et prolongé.

Je me suis proposé de mesurer, comme l'a fait M. Schröder, le courant qui passe d'une électrode à l'autre, lorsqu'on établit entre elles une différence de potentiel connue. Les premières mesures montrèrent que le courant produit par une différence de potentiel de 1275 volts était incapable de faire dévier un galvanomètre à cadre mobile, de sensibilité seulement trois fois plus faible que celle du galvanomètre employé par M. Schröder. J'eus alors recours à un électromètre à quadrants (méthode de la vitesse de déviation) et fus amené à constater que le courant qui traverse réellement l'éther est du même ordre que les fuites dues aux défauts d'isolement

(1) J. Schröder, *Annalen der Physik*, t. XXIX, 1909, p. 125.

de l'appareil de verre. En améliorant autant que possible cet isolement, j'ai pu faire la mesure suivante :

Tension appliquée	425 volts
Courant de fuite, le tube étant vide et au moment où il va être rempli.	$0,28.10^{-10}$ amp.
Courant total au moment où le tube vient d'être rempli	$1,21.10^{-10}$
Le même courant total après 16 heures du passage du courant	$0,51.10^{-10}$

Le courant qui traverse l'éther est donc égal à $0,93.10^{-10}$ ampère au début de l'expérience, et diminue progressivement comme dans l'expérience de M. Schröder; mais le courant initial est ici 50 fois plus faible. Enfin la valeur minima 9.10^{-10} trouvée par M. Schröder pour l'éther supposé pur est encore 10 fois supérieur à celle du courant initial de mon expérience.

Il résulte de mes mesures qu'il est impossible d'étudier complètement la conductibilité de l'éther dans des appareils de verre. Divers essais d'isolement d'appareils semblables au précédent m'ont montré, en effet, que le courant de fuite est toujours très irrégulier et d'un ordre de grandeur voisin de 10^{-11} ampère pour 425 volts. En outre, les résidus diélectriques dus au verre empêchent de suivre la variation du courant en fonction de la tension. Il faudrait avoir recours à des appareils métalliques à isolements de paraffine, et ceux-ci présenteraient de gros inconvénients au point de vue de la préparation de l'éther très pur.

Enfin si l'on remarque que je n'ai pas chauffé les électrodes, comme l'avait fait M. Schröder, on pensera que les phénomènes attribués par lui à des matières occluses dans le platine sont vraisemblablement dus au défaut de pureté du liquide employé.

OPTIQUE. — *Sur l'emploi des prismes biréfringents pour obtenir des franges d'interférences.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. E. Bouty.

Les appareils qui, comme les miroirs de Fresnel, les demi-lentilles de Billet, etc., servent ordinairement à obtenir des franges d'interférences non localisées en lumière limitée, sont basés sur un principe commun : ils donnent, d'une même fente lumineuse S, deux images identiques, S′ et S″, réelles ou virtuelles, et réalisent, dans une région de l'espace, la superposition des deux faisceaux émanés de ces deux sources-images; ce sont des dispositifs *biréflecteurs* ou *biréfracteurs* dont les différentes parties sont

agencées de manière à rendre plus commode le réglage des deux images obtenues.

Dans le même ordre d'idées, j'ai cherché à utiliser les deux images que fournit avec une fente un prisme formé d'une substance biréfringente comme le quartz ou le spath et à observer leurs interférences; l'obstacle provenant du mode de polarisation différent des deux images est évité en intercalant un polariseur et un analyseur convenablement orientés.

On peut prendre par exemple un prisme de quartz de 30° (ou même de 60°) dont l'arête soit parallèle à l'axe; si la fente est éclairée par une lumière homogène, en plaçant une loupe dans la région où l'œil aperçoit les deux images distantes l'une de de l'autre de quelques minutes d'arc et en visant dans leur direction, on aperçoit des franges d'interférences : avec la lumière blanche, les deux spectres obtenus produisent des systèmes superposés dont la visibilité et le chromatisme donnent lieu à des remarques intéressantes.

Dans tous les cas, si l'on déplace transversalement le prisme, ce qui ne change pas en apparence la position des images S′ et S″, on constate que les franges sont entraînées par ce mouvement de translation; ce phénomène prouve, comme je l'ai montré antérieurement à propos du biprisme (*Comptes rendus*, février 1895), qu'il ne suffit pas d'envisager la position des images S′ et S″, mais qu'il faut en outre affecter les rayons qui en émanent d'un retard variable avec la direction considérée et avec les épaisseurs de substances réellement traversées; cette circonstance provient en somme de ce que les images fournies par un prisme ne sont pas des foyers *tautochrones*.

Le prisme de 60° en quartz, fournissant des images plus écartées que celui de 30°, donne naturellement des franges plus fines; le spath se comporte de même par rapport au quartz.

Comme il a été dit, les franges obtenues dans ces conditions ne sont pas localisées et s'aperçoivent dans tout le champ commun; cette absence de localisation peut être rattachée à la théorie générale de Macé de Lépinay et de Fabry [1]; en les observant de plus en plus près du prisme, elles finissent par dessiner les lignes d'égale épaisseur (ou d'égal retard) de la substance, ce qui permet de prévoir d'une autre façon leur variation de largeur; ce phénomène peut être alors considéré comme une généralisation de celui qu'on envisage dans l'étude de la polarisation chromatique, lorsque l'angle du prisme tend vers zéro et qu'en même temps la source S s'éloigne indéfiniment, de façon à donner un faisceau parallèle; les lignes d'égale

---

[1] *Journal de Physique*, 1890 et 1891.

épaisseur deviennent de plus en plus larges et les franges se transforment en teintes plates dont la variation est liée aux variations d'épaisseur; l'absence de limitation dans le faisceau éclairant entraîne la localisation dans la lame cristalline conformément à la théorie générale (Fabry).

Au lieu d'un prisme de quartz dont l'arête est parallèle à l'axe, on peut employer un prisme de 30° ou de 45° dont l'axe soit contenu dans la section droite suivant la ligne que suit le rayon lumineux; c'est alors la biréfringence circulaire qui intervient (dispositif de Fresnel, de Cornu), biréfringence généralement beaucoup plus faible que la précédente; les franges sont donc d'autant plus larges, ce qui provient à la fois du moindre écartement des images apparentes et de la plus faible valeur du retard; le phénomène se rattache cette fois à la polarisation rotatoire et les indications données plus haut peuvent être reproduites.

On peut enfin, comme je l'ai fait également, employer le triprisme de Fresnel, dont la biréfringence produit des effets analogues, mais cet appareil plus complexe permet d'obtenir de multiples phénomènes qui méritent d'être décrits séparément.

PHYSIQUE. — *Sur le phénomène de Magnus.* Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. L. Lecornu.

Magnus a constaté, vers 1853, que l'action produite par le vent d'une soufflerie, dirigé normalement contre un cylindre de révolution animé d'un mouvement de rotation rapide, est une force oblique, dont la composante perpendiculaire à la direction du courant tend à chasser le cylindre du côté où sa paroi se meut dans le sens du vent.

Cet effet, qui a d'ailleurs permis à ce savant de donner le premier une explication correcte de la déviation des projectiles, n'a pas un sens aussi constant qu'on le pensait et, en novembre 1910, j'ai établi qu'il pouvait être inversé.

Cette inversion se produit toujours, lorsque la surface du cylindre tournant est bien lisse et le vent animé d'une vitesse suffisante.

Dans une précédente Note (¹), j'ai donné quelques indications numériques destinées à fixer les idées sur l'ordre de grandeur des effets obtenus avec un cylindre de $7^{cm},2$ de diamètre, pour diverses vitesses du vent et pour des

(¹) *Comptes rendus*, 14 novembre 1910.

rotations que je ne pouvais guère pousser au delà de 3000 tours par minute.

L'appareil dont je disposais pour réaliser ces premiers essais n'était pas en effet assez soigné pour pouvoir sans danger atteindre de grandes vitesses de rotation; de plus, il ne se prêtait qu'à la mesure de la composante transversale.

J'ai pu reprendre récemment l'étude de ce phénomène avec un dispositif beaucoup plus parfait, qui permet de faire tourner le cylindre à plus de 10000 tours par minute et de déterminer simultanément la valeur et l'orientation de la poussée totale R.

L'orientation de cette force est caractérisée par l'angle φ dont elle est inclinée sur la direction du vent, angle que je considère comme positif lorsque la composante transversale de R est dirigée dans le sens indiqué par Magnus.

Le cylindre mis en mouvement par un moteur à champ tournant monté sur le même arbre est disposé suivant le diamètre vertical d'un cadre rectangulaire, qui est suspendu à la cardan de manière à laisser l'axe commun à tout le système, libre d'osciller dans toutes les directions autour de la verticale. La réaction des couteaux de la suspension empêche le cadre de prendre un mouvement de rotation inverse de celui qui est communiqué au cylindre. Les bras du cadre et le moteur sont naturellement mis à l'abri du vent et des remous.

Une tige cylindrique fixée au-dessous de l'appareil sert à matérialiser le prolongement de son axe vertical; le cylindre étant au repos, on centre par rapport à cette tige une bague circulaire qui lui permet un certain jeu et fait corps avec un cercle gradué horizontal fixé sur un support indépendant. Lorsque le vent frappe le cylindre tournant, la tige se décentre et on la ramène à sa position primitive en la tirant avec un fil souple; il est par suite nécessaire, pour atteindre ce but, de donner à ce fil une direction parallèle à R; l'orientation φ se trouve alors déterminée par une lecture sur le cercle gradué. On obtient la valeur de R en multipliant, par le rapport de bras de levier faciles à mesurer, l'effort indiqué par un dynamomètre fixé à l'extrémité du fil.

Enfin le réglage de la vitesse de rotation du cylindre s'obtient en agissant sur celle du rotor du générateur triphasé, qui est connecté avec le moteur à champ tournant; une méthode stroboscopique permet de connaître cette vitesse et, par une manœuvre simple, on peut la maintenir constante pendant toute la durée d'une mesure.

Les résultats obtenus au cours de mes nouvelles expériences confirment et complètent les faits annoncés dans la Note rappelée ci-dessus. Avec un cylindre en aluminium lisse, de 35^{cm} de haut et 10^{cm} de diamètre, exposé à un vent de 18^{m} par seconde, par exemple, l'inversion de l'effet Magnus se manifeste dès que le corps se met à tourner; à mesure que la vitesse de rotation augmente, on constate que l'angle φ décroît jusqu'à la valeur mini-

mum -11°, puis augmente jusqu'à 0°, devient positif et croît ensuite assez rapidement jusqu'au maximum 57°; au delà il diminue lentement et semble tendre vers une valeur asymptotique voisine de 45°.

Ce sont ces dernières particularités, fort curieuses, de l'effet Magnus proprement dit, qui avaient échappé à mes premières investigations, faute de pouvoir pousser assez loin les vitesses de rotation.

Pour des vitesses de vent plus grandes, la zone d'inversion s'étale et le minimum de φ s'abaisse; mais lorsque, pour une rotation suffisante, φ redevient positif, la valeur maximum atteinte reste à peu près la même; enfin, autant qu'on peut le présumer par une extrapolation toujours risquée, il paraît en être de même de la valeur asymptotique $\varphi = 45^\circ$, vers laquelle cet angle paraît redescendre au delà de son maximum.

Pour des vents faibles, l'inversion du début finit par disparaître et l'effet direct se produit presque tout de suite, puis croît suivant les mêmes lois que précédemment.

La mesure de R a également conduit à des résultats dignes de remarque. Pour une vitesse de vent donnée, *tant que les rotations réalisées correspondent à la région d'inversion* ou à des effets directs pour lesquels φ ne dépasse pas une dizaine de degrés, on constate que R conserve sensiblement la même valeur que si le cylindre était au repos. Les vitesses de rotation continuant à croître, la force R augmente et atteint assez rapidement 3,5 à 4 fois sa valeur initiale, puis se maintient ensuite constante, autant, du moins, qu'il est possible d'en juger par des expériences poussées jusqu'à 11000 tours par minute.

La possibilité de quadrupler et d'incliner à 45° la poussée que le vent exerce sur un cylindre, en imprimant à ce corps un mouvement de rotation rapide, me paraît être un fait remarquable, digne d'appeler l'attention des physiciens sur l'influence profonde que peut avoir le frottement superficiel des corps en mouvement sur la résistance qu'ils éprouvent dans l'air.

Dans le cas du phénomène de Magnus, les moindres modifications de la surface du cylindre entraînent, comme je l'ai déjà signalé, des changements notables d'intensité de l'effet inverse.

Pour un même vent et une même vitesse de rotation, l'inversion s'affaiblit lorsqu'on recouvre le cylindre avec une feuille de papier à dessin; quelques stries tracées sur ce papier avec la pointe d'un canif produisent un affaiblissement plus marqué; quand les irrégularités augmentent suffisamment, l'inversion cesse.

Au contraire, la valeur maximum de l'effet direct et la valeur asympto-

tique vers laquelle il paraît tendre pour des rotations très rapides varient relativement peu, lorsqu'on recouvre la surface lisse avec une enveloppe franchement rugueuse.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la figuration des lignes équipotentielles dans un électrolyseur.* Note de M. ANDRÉ BROCHET, présentée par M. A. Haller.

Les lignes de force d'un champ magnétique peuvent être matérialisées au moyen des fantômes magnétiques qui rendent de grands services dans l'étude des pièces aimantées. Par analogie, on représente quelquefois de la même façon les lignes de courant traversant un électrolyseur; mais, jusqu'à présent, aucune méthode ne permettait de montrer d'une façon tangible la répartition de ces lignes de courant.

Dans les expériences de Nobili et de Guébhard, certaines figurations étaient obtenues au moyen d'anneaux colorés formés par le peroxyde de plomb, mais elles ne s'appliquaient qu'à des cas très particuliers et représentaient, non les lignes de courant de l'électrolyseur, mais les amorces de ces lignes de courant, dont on peut également se faire une idée en examinant certains dépôts cathodiques ou certaines anodes solubles.

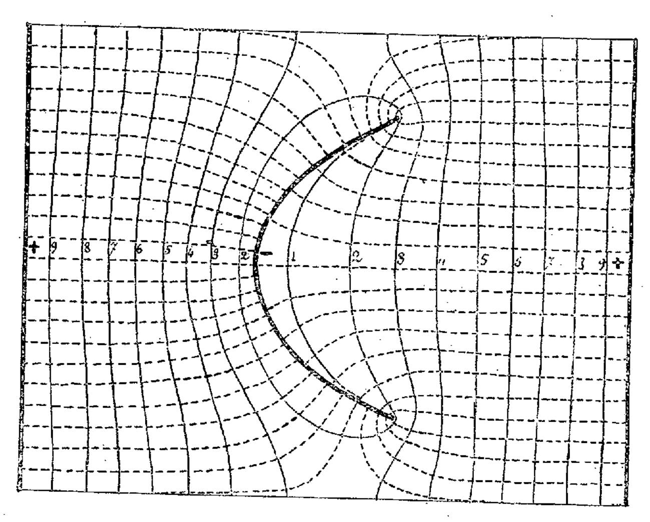
Il était intéressant de rechercher une méthode permettant de représenter exactement les lignes de courant ou, ce qui revient au même, les lignes équipotentielles d'un électrolyseur.

Pour simplifier le problème, il faut, comme dans le cas des fantômes magnétiques, ramener cette figuration à un plan. Le plus simple est alors d'employer comme électrolyseur une cuve plate et des électrodes en occupant toute la hauteur. Les surfaces équipotentielles seront analogues à des rubans perpendiculaires à la surface horizontale du liquide et ayant, par conséquent, la hauteur de la couche; leurs éléments seront verticaux et la projection horizontale de chaque surface équipotentielle sera une ligne facile à représenter.

Pour cela il suffit de relier, par l'intermédiaire d'un instrument de mesure à zéro, une sonde plongeant verticalement dans le liquide, avec un potentiomètre réuni aux bornes de l'électrolyseur. Pour l'application de cette méthode, nous avons employé le dispositif suivant en ayant recours à l'opération du cuivrage qui se fait remarquer par sa régularité et sa simplicité:

L'appareil est formé d'une cuvette photographique en verre, à fond bien régulier et transparent. Elle est remplie, sur une épaisseur de 3^{cm} à 4^{cm}, avec la solution acidulée de sulfate de cuivre employée pour les coulombmètres (150^{g} de sulfate

de cuivre cristallisé et 50^{g} d'acide sulfurique par litre). La sonde formée d'un fil de cuivre ne sera traversée par aucun courant, lorsque le rapport des deux chutes de potentiel, qu'elle présente vis-à-vis des électrodes, sera le même que celui des résistances des deux branches du potentiomètre. Comme instrument de mesure à zéro, nous avons fait usage, au début, de l'électromètre à quadrant (modèle Curie, méthode de Kelvin); mais nous avons reconnu qu'en utilisant des courants dont l'intensité est de l'ordre de grandeur de celle utilisée dans la pratique (environ 1 ampère par décimètre carré), on peut employer un galvanomètre Deprez-d'Arsonval dont le montage est beaucoup plus simple. En déplaçant la sonde de manière



que l'instrument reste constamment au zéro, on décrit ainsi la courbe équipotentielle correspondant au point choisi du potentiomètre. Il est facile de repérer un certain nombre des points de cette courbe en plaçant sous la cuvette une feuille de papier quadrillé.

Pour construire le réseau des lignes équipotentielles correspondant à une opération déterminée, on divise la résistance du potentiomètre en un certain nombre de parties égales, 10 par exemple, ce qui permet d'obtenir ainsi les neuf lignes du réseau. On peut déterminer certains points singuliers intéressants qui en faciliteront la construction; de même, la direction, en certains points, est tout indiquée. Tous les points ainsi obtenus sont ensuite repérés sur une feuille de papier quadrillée, ce qui permet, après avoir déterminé les nouveaux points jugés nécessaires, d'établir successivement chaque courbe du réseau.

Quant aux lignes de courant, il est facile de les représenter. Elles sont, en effet, perpendiculaires aux lignes équipotentielles et d'autant plus rapprochées que celles-ci sont plus resserrées.

Nous donnons un réseau de lignes équipotentielles ainsi obtenu (voir la figure).

Ces représentations sont très intéressantes pour l'industrie de la galvanoplastie et des dépôts électrochimiques, elles permettent de se rendre compte de la position relative à donner aux anodes et aux objets à recouvrir. Dans les cas complexes, on pourra supposer l'électrolyseur coupé par un certain nombre de plans parallèles et opérer de la même façon. Toutefois, les figurations ainsi obtenues ne seront que très approximatives, les lignes de courant suivant le chemin de plus faible résistance et s'influençant les unes les autres.

Pour réaliser une représentation exacte, il serait nécessaire de prendre l'appareil d'électrolyse lui-même et, dans une cuve de verre formée de glaces parallèles, placer anodes et cathodes. La sonde se déplacerait, d'autre part, sur un jeu de réglettes graduées verticales et horizontales et l'on pourrait ainsi, pour chaque tranche de l'électrolyseur, opérer comme nous l'avons indiqué. Cette méthode permettrait de reproduire l'ensemble des lignes équipotentielles et par conséquent des lignes de courant dans un système anode-cathode quelconque.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur le mécanisme de l'osmose.*

Note de M. **Eugène Fouard**, présentée par M. E. Bouty.

La diffusion des molécules dissoutes à travers les membranes osmotiques comporte-t-elle une cause d'erreurs dans l'osmométrie des sels ? Selon M. Henri, une couche externe de solution saline, adhérente au septum, se formerait ainsi, modifiant, pendant la mesure, le jeu des forces osmotiques. Pour M. Girard, le collodion des membranes employées dans nos recherches serait toujours acide, chargé superficiellemeut d'ions H_+ ; le liquide adhérent, portant des charges électriques du signe opposé, serait osmosé, grâce à une différence de potentiel entre les deux faces de la membrane, en contact avec deux solutions distinctes. Les faits suivants, concernant le mécanisme de l'osmose, établis avec la collaboration de M. de Tonnay-Charente, montrent que ces causes d'erreurs n'existent pas.

I. L'osmose électrique d'une eau distillée pure, à travers une membrane de collodion, décèle, contrairement à l'hypothèse, une charge négative extrêmement minime de cette paroi, identique à celle de tout filtre en cellulose, sans aucune importance dans ces recherches.

II. Si l'on remplit une cellule osmotique neuve d'une solution organique ou saline, le titre de celle-ci décroît progressivement jusqu'à un taux définitif. Si, à diverses époques de ce contact, on effectue une mesure osmométrique, en renouvelant le liquide interne, on obtient des valeurs décroissantes jusqu'à un nombre constant représentant, aussi bien pour un composé organique pratiquement non diffusible que pour les sels KCl, $CuSO^4$, leur poids moléculaire chimique exact, en solution étendue.

Par conséquent, une absorption progressive des molécules dissoutes, qui dure plusieurs jours, s'accomplit dans le granule colloïdal, aboutissant à un équilibre de saturation. Ce rôle de l'absorption se manifeste nettement lorsqu'on suit les variations osmotiques d'une dissolution très étendue de sucre, dès l'instant où on l'introduit dans une cellule à membrane neuve, plongée dans l'eau pure. On devrait s'attendre à ce que la vitesse de variation de volume, maximum au début, tendît vers zéro à mesure qu'on s'approche de l'équilibre définitif. Or voici ce qu'on observe : après une augmentation de volume de quelques millièmes de centimètre cube, durant quelques minutes, le courant osmotique s'arrête pendant plusieurs heures, puis s'engage, très lentement ; si la membrane a été préalablement formée, ou si la solution est plus concentrée, on n'observe plus cet arrêt, dû évidemment à ce que l'absorption, plus rapide que la diffusion, crée dans la zone de la membrane un vide relatif en molécules dissoutes.

III. La formation d'une membrane par simple remplissage interne est identique à celle qu'on réalise par immersion totale, en épongeant seulement la surface extérieure avec du papier buvard, à l'instant d'une mesure; on obtient, en effet, dans les deux cas, la même valeur moléculaire. Cependant, dans le second, la couche extérieure de solution, fixée par l'effet de la tension superficielle, existe bien, avec une densité maxima en molécules dissoutes; l'influence aberrante d'une diffusion progressive, selon M. Henri, ne peut être qu'inférieure à celle qu'on observerait ici, et nous voyons qu'elle est nulle. De plus, les deux faces de la membrane saturée, imprégnées de la même couche capillaire, sont au même potentiel ; dans ces conditions, le champ électrostatique conçu par M. Girard, pour le cas de deux couches distinctes, n'existe pas.

IV. Si, selon M. Girard, l'erreur est maxima lorsque nous opposons osmotiquement un électrolyte au sucre, elle sera réduite dans l'opposition de deux électrolytes, ce qui pourra infirmer nos premières conclusions. Comparons donc les deux sels KCl et K^2SO^4; nous obtenons deux solutions

osmotiquement équivalentes aux titres suivants $C_{KCl}=0,645$ et $C_{K^2SO^4}=0,581$. A ces dilutions, les poids méculaires sont $m_{KCl}=40$ et $m_{K^2SO^4}=75,5$, conformément à la théorie des ions; selon nos premières expériences, ils seraient $m_{KCl}=85$ et $m_{K^2SO^4}=75,5$ (le K^2SO^4 seul ayant une courbe osmométrique identique à celle d'Arrhénius).

Or en prenant $m_{KCl}=40$, la proportion $\frac{m_{KCl}}{C_{KCl}}=\frac{m_{K^2SO^4}}{C_{K^2SO^4}}$ conduit, dans l'expérience actuelle, à une valeur de $m_{K^2SO^4}$ égale à 36,2; en prenant $m_{KCl}=85$, on obtient $m_{K^2SO^4}=76,5$. Dans le premier cas, la valeur 36,2, obtenue pour le K^2SO^4 en supposant le sel KCl dissocié en ions, est inacceptable : elle est, en effet, très inférieure au minimum possible $58,1=\frac{K^2SO^4}{3}$ correspondant à la dissociation totale en 3 ions, à dilution infinie. Par contre, la seconde vérification (76,5 au lieu de 75,5) est entièrement conforme à nos précédents résultats et ne montre, par suite, aucune divergence prévue par M. Girard.

L'équilibre osmotique observé d'ailleurs dans cette expérience n'est pas fictif, momentané : notre osmomètre équilibré étant abandonné pendant 4 jours, l'équilibre ne change pas. Cependant la diffusion se poursuit ; sur 581^{mg} de K^2SO^4, 368^{mg} sont osmosés, et de même, en sens inverse, 450^{mg} de KCl, mais, de plus, le rapport $\frac{368}{450}$ des deux masses diffusées est sensiblement égal à celui des poids moléculaires osmométriques $\frac{75}{85}$; pendant la diffusion, les deux solutions seraient ainsi demeurées équimoléculaires.

V. Ces diverses expériences montrent que l'organe essentiel de la fonction osmotique est le granule colloïdal, saturé par une absorption lente et progressive; c'est seulement lorsque celle-ci est accomplie que l'osmométrie aboutit, nous l'avons vu, à un résultat défini physiquement; celui-ci est alors indépendant de la nature des précipités membraneux, et aussi de la diffusion, dans la durée d'une mesure.

Il résulte de là que l'interprétation donnée aux coefficients d'isotonie de de Vries est erronée. Ces nombres, on le sait, sont les concentrations c de diverses solutions, dites *cinétiquement équimoléculaires*, telles qu'une cellule végétale immergée y conserve un protoplasme invariable, dans le temps très court de l'observation, 15 à 30 minutes. On suppose ainsi que la relation osmotique a lieu entre la solution employée et ce protoplasme; or, celui-ci est en contact avec un liquide tout différent, situé entre les deux membranes de la cellule, issu de la solution externe qui a subi, en traversant

l'enveloppe extérieure, une absorption d'autant plus intense qu'elle est à son début. Ce liquide réellement isotonique a un titre c' fort différent de c, et le rapport $\frac{c}{c'}$ est variable avec la nature du corps dissous. L'adoption de ce titre c, au lieu de c', taux inconnu, est donc absolument inexacte.

La même cause d'erreur peut atteindre l'interprétation de M. Girard, selon laquelle une solution de sucre, hypertonique par rapport à celle de carbonate de soude qu'il lui oppose osmotiquement, au contact d'une membrane non saturée, serait entraînée cependant vers cette dernière dans une osmose anormale.

Les hypothèses de MM. Girard et Henri ne modifient donc pas le sens de nos diverses observations.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le chlorure europeux.* Note de MM. **G. Urbain** et **F. Bourion**, présentée par M. A. Haller.

Dans des Communications précédentes [1], l'un de nous a montré qu'on pouvait commodément préparer les chlorures anhydres du groupe des terres rares, par action du protochlorure de soufre S^2Cl^2 sur les oxydes correspondants; on est ainsi conduit à des chlorures du type MCl^3, quel que soit l'oxyde utilisé; or, quand on applique ce procédé à l'europium, on constate qu'il est en défaut; car, en achevant la réaction à la température de fusion comme pour les autres chlorures, on obtient après refroidissement une masse noire, fondue, d'apparence amorphe, se dissolvant dans l'eau sans bruit et sans résidu. Le poids de chlorure ainsi obtenu varie d'ailleurs d'une expérience à l'autre, et il est toujours notablement inférieur à celui qui correspond à une transformation quantitative de l'oxyde en chlorure $EuCl^3$; dans les divers essais, l'écart a varié de 2,54 à 8,27 pour 100; du reste l'analyse du produit montre qu'il y a un déficit en chlore, puisque dans un essai particulier on a trouvé un pourcentage en chlore de 37,37 au lieu de 41,20, calculé pour $EuCl^3$. Cet écart ne pouvait être attribué à la formation d'un peu d'oxychlorure, puisque tous les oxychlorures du groupe des terres rares sont insolubles dans l'eau. Il ne pouvait être dû qu'à la présence d'un sous-chlorure à côté du chlorure $EuCl^3$.

---

(1) F. Bourion, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 170; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XXI, p. 62.

Pour obtenir le chlorure europique $EuCl^3$, il faut achever la réaction à une température nettement inférieure à la température de fusion du chlorure.

Nous avons alors étudié d'une façon systématique les circonstances de formation de ce sous-chlorure, sa composition et quelques-unes de ses propriétés.

Par le procédé précédent, il est difficile de transformer complètement l'oxyde en chlorure $EuCl^3$. Pour préparer commodément le chlorure europique $EuCl^3$, nous avons alors déshydraté le chlorure hydraté préalablement desséché à 100°, dans un courant de chlore et de bichlorure de soufre, en élevant graduellement la température et en ayant soin d'éviter la fusion. On obtient ainsi de fines aiguilles jaunes, visibles à la loupe, et identiques au produit qui avait été décrit.

Dans une expérience particulière, en amenant rapidement à fusion le chlorure une fois formé et refroidissant aussitôt, on a obtenu un corps noir en certains points, et jaune en d'autres régions; ces parties jaunes, formées par le chlorure europique inaltéré, se présentaient en cristaux bacillaires courts, comme les chlorures décrits par l'un de nous du groupe cérique et ceux de gadolinium et de terbium, qui suivent immédiatement l'europium dans la série des éléments rangés par ordre de poids atomique croissant; ainsi, au point de vue de l'apparence cristalline, il y a continuité entre le groupe cérique et le groupe yttrique, comme pour les autres propriétés.

Pour préparer le chlorure europeux nous avons alors réduit, par l'hydrogène, le chlorure europique $EuCl^3$: nous avons observé un arrêt bien net pour une composition du résidu correspondant à $EuCl^2$. La réduction, suivie par le dégagement de gaz chlorhydrique, commence à 270°-275°; mais en opérant à 400°-450°, elle est assez rapide pour que, avec un courant de 1 à 2 bulles par seconde, on puisse en 2 ou 3 heures réduire de 6^{dg} à 7^{dg} de substance. Voici les résultats correspondant à trois essais particuliers :

Perte de poids pour 100.			
Observée.			
1.	2.	3.	Calculée.
13,73	14,01	13,86	13,73

L'analyse du résidu 1 a d'ailleurs donné :

	Cl pour 100.		Eu pour 100.	
	Observé.	Calculé pour $EuCl^2$.	Observé.	Calculé pour $EuCl^2$.
1............	31,80	31,84	67,73	68,16
2............	31,94	»	»	»

Nous pensions pouvoir préparer le chlorure europeux en une seule opération, par action du protochlorure de soufre sur l'oxalate d'europium, à la faveur de l'oxyde de carbone provenant de la décomposition de l'oxalate; nous n'avons obtenu ainsi qu'un mélange de chlorure europeux et de chlorure europique.

D'ailleurs le chlorure europeux ne semble pas réductible au rouge en un chlorure inférieur.

Le chlorure europeux $EuCl^2$ est un corps blanc, d'apparence amorphe, se dissolvant dans l'eau froide sans bruit, en donnant une solution à peine opalescente, neutre aux réactifs colorés. Cette solution très étendue (au millième) peut être conservée sans altération; à ce degré de dilution, elle n'est oxydée à froid ni par l'iode, ni par l'acide nitrique, ni même à 100° par ce dernier réactif.

Si l'on concentre cette solution à 100°, elle subit une décomposition correspondant à l'équation

$$12\,EuCl^2 + 3\,O^2 = 8\,EuCl^3 + 2\,Eu^2O^3.$$

Dans le même ordre d'idées, nous avons essayé de préparer l'oxyde europeux EuO en réduisant par l'hydrogène l'oxychlorure $EuOCl$; nous avons alors préparé cet oxychlorure, jusque-là inconnu, par action vers 600° de l'air sec, sur le chlorure europique; cet oxychlorure est un corps blanc, insoluble dans l'eau, mais soluble dans les acides forts, rapidement à chaud.

Soumis à l'action de l'hydrogène au rouge, il a éprouvé une variation de poids insignifiante.

Un sous-chlorure du type MCl^2 avait déjà été obtenu dans ce groupe par M. Matignon [1] en réduisant le chlorure samarique par des réducteurs variés; en particulier avec l'hydrogène, la réduction se produit très lentement au rouge, c'est-à-dire à température beaucoup plus élevée que pour l'europium; sa solution est également plus instable que celle du chlorure europeux, car elle réduit lentement l'eau à la température ordinaire.

On sait que les sels normaux du groupe des terres rares correspondent à la trivalence des éléments et que, parmi les oxydes plus oxygénés que les sesquioxydes, seul, l'oxyde cérique CeO^2 est salifiable.

L'obtention du chlorure samareux $SmCl^2$ par M. Matignon et celle du chlorure europeux $EuCl^2$ que nous venons de réaliser montrent l'existence, dans ce groupe, de protosels; et pour l'europium, cette série est à la fois plus stable et plus aisée à réaliser que pour le samarium.

Il n'est pas inutile de rapprocher l'existence de ces protosels du fait que la solubilité du nitrate double magnésien de bismuth est comprise entre celles des nitrates doubles magnésiens de samarium et d'europium, ce qui a permis

---

[1] C. Matignon, *Comptes rendus*, t. 142, p. 276, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. VIII, p. 417.

à l'un de nous [1], en collaboration avec M. Lacombe, de séparer en quelques fractionnements l'europium du samarium et d'arrêter le groupe cérique au samarium et de commencer le groupe yttrique à l'europium.

Notre étude sera complète, lorsque nous aurons étudié la dissociation du chlorure europique, précisé les limites de stabilité du chlorure europeux, et préparé, s'il est possible, des sels europeux d'un autre genre.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les indices de réfraction des cristaux liquides mixtes.* Note de M. **P. Gaubert**, présentée par M. Wallerant.

Dans un travail précédent [2], j'ai fait remarquer que les lois déterminant la valeur des indices de réfraction des mélanges isomorphes ne s'appliquent pas aux cristaux liquides. En effet, l'addition de *p*-azoxyphénétol, dont les cristaux liquides sont positifs, à ceux du propionate de cholestérine négatifs, élève beaucoup la biréfringence de ces derniers. Le but de cette Note est d'indiquer quelques-uns des résultats auxquels m'ont conduit les recherches exécutées pour préciser ce fait inattendu.

J'ai déterminé, par le procédé que j'ai déjà indiqué, les indices de réfraction des cristaux liquides de quelques éthers-sels de la cholestérine, mélangés soit entre eux, soit à des substances fondues isotropes, soit à des liquides anisotropes très biréfringents et positifs (flamme du sodium).

1° *Mélanges contenant des substances isotropes.* — La mesure des indices montre qu'une petite quantité ($\frac{1}{20}$) de cholestérine, d'acide caprinique, de diphénylamine, de cétine, etc., élève la biréfringence des propionate, benzoate, acétate, caprate de cholestérine, alors qu'une plus forte proportion ($\frac{1}{5}$) la diminue. Ce fait explique les variations de la biréfringence des composés de la cholestérine, ayant des origines diverses ou chauffés à des températures différentes et par conséquent inégalement altérés.

2° *Mélanges des différents éthers de la cholestérine.* — Les mélanges des cristaux négatifs se font habituellement en toute proportion et certains d'entre eux restent pendant longtemps liquides à la température ordinaire, aussi la phase positive des mélanges contenant du caprate ne se produit pas. A cause de cette surfusion, la valeur des indices de réfraction peut atteindre une valeur beaucoup plus grande que celle des corps purs.

Les résultats obtenus par la mesure des indices d'un grand nombre de mélanges, d'acétate, de propionate, de benzoate et de caprate (phase négative) ont montré (en tenant naturellement compte de la température), que la biréfringence observée est un

(1) G. Urbain et H. Lacombe, *Comptes rendus*, t. 138, 1904, p. 84 et 627.

(2) P. Gaubert, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 573.

peu plus élevée que celle qui est calculée avec les indices des corps purs. Il semble donc qu'on a un phénomène analogue à celui que l'on constate dans les cristaux mixtes de certains composés isomorphes qui sont biréfringents alors qu'isolés et purs ils sont isotropes.

3° *Mélanges avec des cristaux liquides très biréfringents et positifs.* — Les éthers-sels de la cholestérine à l'état liquide cristallin ne peuvent dissoudre qu'une faible quantité de *p*-azoxyanisol ([1]), de *p*-azoxyphénétol, d'anisaldasine, etc. Les propionate, benzoate, acétate, caprate (phase négative) contenant la même quantité de matière étrangère montrent à peu près la même élévation de leur biréfringence. Le Tableau suivant montre quelques-uns des résultats obtenus avec le caprinate de cholestérine mélangé à une petite quantité de *p*-azoxyanisol et de *p*-azoxyphénétol :

	T_0.	N_g.	N_p.	$N_g - N_p$.	
Caprinate pur......	75°	1,492	1,478	0,014	Négatif
	80°-60°	1,524-1,527	1,481-1,482	0,043-0,046	Positif
Anisol $\frac{1}{80}$..........	75°	1,497	1,476	0,021	Négatif
	70°-50°	1,530-1,539	1,480-1,486	0,050-0,053	Positif
Anisol $\frac{1}{40}$..........	75°	1,502	1,481	0,022	Négatif
	70°-45°	1,534-1,544	1,482-1,487	0,052-0,057	Positif
Anisol $\frac{1}{20}$..........	70°	1,511-1,516	1,481-1,483	0,030-0,033	Négatif
	60°-35°	1,554-1,559	1,484-1,487	0,070-0,072	Positif
Anisol $\frac{1}{10}$..........	65°-40°	1,519-1,530	1,486-1,490	0,033-0,040	Négatif
Phénétol $\frac{1}{80}$.......	75°	1,496	1,476	0,021	Négatif
	68°	1,527	1,478	0,049	Positif
Phénétol $\frac{1}{40}$.......	72°	1,501	1,479	0,021	Négatif
	65°-40°	1,530-1,535	1,481-1,482	0,049-0,053	Positif
Phénétol $\frac{1}{20}$.......	70°	1,503°	1,480	0,023	Négatif
	60°-35°	1,540-1,550	1,481-1,487	0,059-0,063	Positif
Phénétol $\frac{1}{10}$.......	70°	1,506-1,515	1,481-1,485	0,024-0,030	Négatif
	60°-30°	1,542-1,555	1,482-1,486	0,060-0,069	Positif

([1]) Les indices de réfraction des cristaux liquides très biréfringents peuvent être évalués approximativement de la manière suivante : l'indice ordinaire n_p et l'indice du liquide non biréfringent sont mesurés avec le réfractomètre à réflexion totale. L'indice médian N du liquide anisotrope est calculé au moyen de l'indice n du liquide isotrope en tenant compte des densités des deux liquides. L'indice du rayon extraordinaire est donné par la formule $n_g = \frac{N^3}{n_p^2}$. J'ai trouvé pour le *p*-azoxyanisol $n = 1,645$; $n_p = 1,562$; $n_g = 1,88$ (calculé) et pour le *p*-azoxyphénétol $n = 1,597$; $n_p = 1,52$; $n_g = 1,81$ (calculé). Ces nombres sont assez voisins de ceux donnés par M. O. Lehmann et par M. Mauguin (pour la biréfringence), si l'on tient compte que les indices varient très rapidement avec la température.

Ce Tableau montre que le *p*-azoxyphénétol et le *p*-azoxyanisol agissent de la même manière sur la valeur des indices du caprinate. Le calcul indique que les indices des cristaux mixtes positifs suivent à peu près les règles des mélanges des cristaux isomorphes solides. La concordance ne peut être qu'approximative à cause de la variation rapide des indices des cristaux liquides avec la température. Pour expliquer l'anomalie de la biréfringence des cristaux liquides négatifs, on peut admettre que le *p*-azoxyanisol et le *p*-azoxyphénétol présentent une phase négative encore inconnue et ce sont les cristaux de cette dernière qui se mélangeraient avec ceux de la phase négative du caprinate, du propionate, du benzoate et de l'acétate de cholestérine.

BOTANIQUE. — *Formation d'embryons chez le Houblon par l'action du pollen de Chanvre.* Note de M. J. **Tournois**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai montré dans une Communication récente [1], que certaines variétés de Houblon peuvent, dans des conditions favorables, présenter des cas de développement parthénogénétique. J'ai remarqué que des plantations de Houblon de Bourgogne suffisamment éloignées de tout individu mâle avaient fourni des graines en petite quantité, au plus une par cône en moyenne.

Voulant me rendre compte si ce développement ne pourrait être provoqué par l'action d'agents divers, comme on l'a observé dans les nombreuses expériences de parthénogenèse expérimentale faites sur des animaux, j'ai essayé d'abord l'action du pollen de Chanvre, plante dont la morphologie et la biologie florale sont analogues à celles du Houblon.

Des inflorescences de Houblon furent isolées dans des sacs transparents avant le développement des stigmates, à une époque où le sac embryonnaire commençait à peine à se différencier. Lorsque les stigmates furent largement épanouis, un certain nombre des chatons femelles isolés furent recouverts abondamment avec du pollen de Chanvre; comme témoins, d'autres chatons de la même grappe furent soigneusement conservés intacts.

Les stigmates de Houblon recouverts du pollen de Chanvre se flétrirent et se desséchèrent rapidement, comme cela se passe à la suite d'une fécon-

---

(1) *Congrès pour l'Avancement des Sciences*, Dijon, août 1911.

dation normale. Les chatons fournirent des cônes que j'ai examinés pendant la première semaine de septembre, époque habituelle de maturation des graines de la variété étudiée.

1° Les premières expériences furent faites au cours de l'année 1910 et j'ai observé les faits suivants :

Dans les grappes isolées, les chatons qui avaient reçu du pollen de Chanvre se distinguaient nettement des autres par leur plus grand développement. Tandis que les ovaires non pollinisés étaient flétris, les ovaires pollinisés avaient noué et atteint une taille presque égale à celles des akènes normaux. Ces ovaires paraissaient vides et j'ai cru tout d'abord qu'il s'agissait simplement d'un phénomène de parthénocarpie. Mais, par une étude histologique, j'ai constaté, dans la grande majorité de ceux qui furent examinés, *la présence d'embryons* ayant atteint un développement plus ou moins considérable : parfois réduits à quelques cellules, d'autres fois formant un massif cellulaire pouvant atteindre $0^{mm},5$ de diamètre.

Dans certains ovaires, l'embryon était encore formé de cellules bien vivantes au moment de la fixation, pourvues d'un protoplasma se colorant vivement à la fuchsine acide ; mais, dans la plupart des cas, les embryons n'étaient formés que de cellules mortes ou en voie de dégénérescence ; ils étaient donc à leur maximum de développement au moment de l'examen.

En aucun cas je n'ai observé au voisinage de l'embryon, même lorsque ce dernier était peu développé, la présence de noyaux pouvant être rapportés à l'albumen. Il semble donc que le noyau secondaire ne se soit pas divisé, ou bien que la division ait été limitée à quelques cellules, rapidement résorbées au profit de l'embryon.

2° Les mêmes expériences furent reprises avec un matériel abondant dans le courant de cette année 1911. Comme l'année précédente, j'ai pu observer le plus grand développement pris par les chatons qui ont reçu le pollen du Chanvre, et l'accroissement des ovaires dont la taille égalait parfois celle des fruits normaux ; mais la présence des embryons était beaucoup moins régulière que dans les observations de 1910. Cette différence peut être attribuée vraisemblablement à la sécheresse et à la grande chaleur de cette année dont les plants de Houblon ont souffert dans le courant de juillet et d'août, les cônes se sont formés dans de mauvaises conditions et de façon irrégulière ; il est possible que les oosphères mal nourries n'aient pu se cloisonner, car on sait que les anomalies de croissance sont particulièrement sensibles aux mauvaises conditions de nutrition.

Deux hypothèses sont possibles pour interpréter la formation de l'embryon :

1° L'oosphère du Houblon aurait été fécondée par un gamète mâle de Chanvre, et l'embryon serait dès lors un hybride de ces deux plantes.

2° L'oosphère n'aurait pas été fécondée, et le cloisonnement serait consécutif d'une réaction provoquée dans les tissus de l'ovaire par le développement du tube pollinique du Chanvre ; l'embryon serait alors parthénogénétique.

Seule, l'étude que je me propose de faire, d'ovaires de Houblon fixés cette année peu de temps après la pollinisation par le Chanvre, me permettra de choisir entre ces deux hypothèses.

En résumé, les observations précédentes me permettent de conclure :

1° Que l'oosphère de Houblon peut se segmenter par suite de l'action du pollen de Chanvre;

2° Que ce développement ne paraît se faire que dans des conditions de nutrition favorables;

3° Que dans les conditions les plus favorables, le développement est toujours limité.

ZOOLOGIE. — *Sur le dimorphisme sexuel chez les Capitelliens.* Note (¹) de M. Ch. Gravier, présentée par M. Edmond Perrier.

A quelques exceptions près, dont les plus curieuses s'observent chez les Syllidiens, la différence entre les deux sexes est peu ou point marquée chez les Annélides Polychètes; la teinte que prennent les éléments reproducteurs permet, dans certains cas, de distinguer les mâles des femelles, à l'époque de la maturité.

Le dimorphisme sexuel se manifeste cependant, sous des formes diverses, chez les Capitelliens dépourvus de branchies et ayant moins de 12 segments au thorax. Les deux sexes des genres *Capitellides* Mesnil et *Capitomastus* Eisig possèdent chacun un appareil copulateur : chez le premier, cet appareil composé de 4 crochets génitaux (1 à chaque rame dorsale des 8ᵉ et 9ᵉ sétigères), est le même dans les deux sexes; chez le second, les crochets génitaux de la femelle sont plus nombreux que ceux du mâle. La différence s'accentue dans le genre *Capitella* (Blainville) où le mâle seul est pourvu d'un appareil copulateur qui reste inclus dans le tégument. Elle devient

(¹) Présentée dans la séance du 27 novembre 1911.

plus grande encore chez un type nouveau de Capitellien provenant de la seconde expédition antarctique française et que j'ai appelé *Isomastus perarmatus* n. g., n. sp. M. L. Gain a trouvé de jeunes individus de cette espèce dans le contenu de l'estomac d'un Stelléride (*Bathybiaster Liouvillei* Kœhler), de la baie de l'Amirauté (Shetlands du Sud); M. le Dr J Liouville en a recueilli à Petermann, à marée basse, une collection de 15 adultes, dont 8 mâles et 7 femelles, ce qui m'a permis d'étudier morphologiquement et anatomiquement le développement de l'appareil copulateur.

Déjà, chez les jeunes mâles, de 11mm à 12mm de longueur, le sexe est facilement reconnaissable. Les 7 premiers segments thoraciques sont normaux; les 8e et 9e ont deux rames centrales composées de soies en alène et de crochets encapuchonnés. Au 8e segment, il n'y a pas de rames dorsales séparées; les soies sont fusionnées dans la région médiane, en un seul faisceau implanté à la partie postérieure du segment. Ces soies, disposées parallèlement au plan de symétrie, la pointe dirigée en arrière, recourbée vers le tégument, s'étendent un peu sur le 9e segment. Il n'y a pas, au 9e sétigère, de soies dorsales visibles; dans la partie médiane de ce segment, on distingue une zone blanchâtre qui correspond à l'emplacement de la future glande copulatrice; les soies génitales sont encore incluses dans le tégument. Pendant longtemps, les choses restent en cet état; chez les mâles immatures parvenus à leur taille définitive, les soies groupées du 8e segment, résultant de la fusion des deux rames dorsales, forment une sorte de griffe légèrement en saillie sur le 9e sétigère.

Chez le mâle à l'état de maturité et qui a plus de 50mm de longueur, l'aspect change complètement. Le 8e segment présente, en arrière, une profonde dépression dorsale au fond de laquelle on voit les soies du segment correspondant serrées les unes contre les autres, en une seule rangée, constituant un faisceau de 10 à 12 soies, dont la largeur diminue d'avant en arrière. Les soies dorsales du 9e sétigère sont maintenant apparentes; elles forment dans leur ensemble une solide pointe dirigée en avant, incurvée à l'extrémité libre, recouvrant celles du 8e (qui les recouvraient elles-mêmes chez les jeunes) et envahissant le territoire du 8e sétigène. Les soies génitales des 8e et 9e segments se ressemblent beaucoup entre elles; ce sont de robustes soies aciculaires.

Si l'on fait une coupe suivant le plan de symétrie dans les derniers segments du thorax, on voit que dans toute la longueur du 9e sétigère, immédiatement au-dessous de la mince couche musculaire sous-cutanée, est une volumineuse glande dite *glande copulatrice* qui s'étend en arrière jusqu'à l'épais diaphragme musculeux au delà duquel commence l'abdomen et s'avance jusque vers le milieu du 8e sétigère. Elle débouche entre les deux faisceaux de soie du 9e sétigère presque contigus sur la ligne médiane, au-dessus de la rangée de soies du 8e sétigère, dans la dépression de la partie postérieure de ce segment. Une épaisse couche de fibres musculaires, les unes circulaires, les autres

longitudinales, enveloppe la glande dont la lumière est assez étroite. En outre, de puissants muscles s'attachent aux soies génitales et se relient d'autre part à la musculature générale de la paroi du corps.

Chez la femelle qui atteint jusqu'à 8^{cm} de longueur, le segment 9 reste normal, ce sont les segments 7 et 8 qui sont modifiés, moins profondément, d'ailleurs, que chez le mâle. Entre les segments 7 et 8, s'ouvre latéralement, à mi-hauteur, un large orifice sexuel, tout autour duquel on remarque une plage saillante due surtout au développement des glandes tégumentaires.

L'appareil copulateur, avec sa musculature si développée doit jouer un rôle fort actif au moment de la reproduction. On ne sait pas comment il fonctionne ; on ne l'a jamais observé au moment où il entre en jeu. Eisig considère, avec vraisemblance sans doute, l'ensemble des grosses soies génitales comme une armature copulatrice. Mais il faut avouer qu'il règne à ce sujet beaucoup d'obscurité : la place des orifices sexuels chez la femelle, la présence d'une armature copulatrice chez les deux sexes des genres des *Capitellides* et *Capitomastus*, le chevauchement des crochets génitaux des 8e et 9e sétigères chez l'*Isomastus perarmatus* ne laissent guère soupçonner la façon dont les choses se passent. La glande dite *copulatrice* ne sécrète-t-elle pas un liquide qui serait utilisé dans la fécondation pour le transport des spermatozoïdes.

Quoi qu'il en soit, grâce au développement énorme de l'appareil copulateur du mâle, à la grandeur des orifices génitaux et à la taille plus considérable de la femelle, le dimorphisme sexuel est plus fortement marqué chez le Capitellidien de l'Antarctique que chez les formes hétéronéréidiennes ; il est aussi tranché, d'une tout autre façon, il est vrai, que chez les Syllidiens les plus remarquables à ce point de vue, les *Autolytus*, qui ont reçu autrefois trois noms génériques différents, correspondant respectivement à l'individu asexué, au mâle et à la femelle.

ZOOLOGIE. — *Sur les Opisthobranches et sur les Marséniadés du golfe de Tadjourah.* Note de M. A. **Vaissière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Notre colonie de Djibouti offre aux naturalistes des côtes d'une richesse peu commune en toutes sortes d'animaux marins.

Grâce à l'obligeance du Dr Jousseaume et de M. Ch. Gravier, du Muséum, j'ai pu avoir un grand nombre de Mollusques Gastéropodes,

appartenant à l'ordre des Opisthobranches ainsi qu'à la famille des Marséniadés.

En étudiant ces Mollusques conservés dans l'alcool, j'ai pu me rendre compte que cette faunule malacologique ne le cédait en rien, au point de vue de la variété des formes, à ce que l'on constatait pour les autres grands groupes du règne animal.

42 espèces de Mollusques m'ont été rapportées, par ces naturalistes, de cette région restreinte du golfe d'Aden. Voici la liste de ces animaux :

TECTIBRANCHES. — 13 espèces se subdivisant en : 8 CEPHALASPIDEA (*Atys naucum* L., *Alicula cylindrica* Brug., *Bulla ampulla* L. et *B. striata* Brug., *Haminea pemphix* Philip., *Aplustrum velum* Gmel. et *Apl. physis* L., *Cryptophthalmus olivaceus* Ehrb.) ; 3 ANASPIDEA (*Aplysiella Gravieri*, nov. sp. et sa variété *alba ; Dolabella Rumphii* Lamk.; *Notarchus indicus* Schweiger.); 2 NOTASPIDEA (*Berthella citrina* Leuck. et Rupp., *Pleurobranchus Forkali* Leuck. et Rupp.).

NUDIBRANCHES. — 12 DORIDIDÉS CRYPTOBRANCHES (*Hexabranchus prætextus* Ehrb., *Archidoris staminea, Discodoris concinna* Ald. et Hanc., *Disc. erythræensis*, nov. sp.; *Orodoris miamirana* Bgh., *Gravieria rugosa*, nov. sp.; *Hallaxa indecora* Bgh., *Halgerda apiculata* Ald. et Hanc., *Halg. Willeyi* Eliot, *Chromodoris runcinata* Bgh., *Chr. tenui-linearis* Farran, *Casella atromarginata* Cuv.) ; 2 DORIDIDÉS PHANÉROBRANCHES (*Trevelyana striata* Eliot, *Plocamopherus indicus* Bgh.) ; 8 DORIDIDÉS POROSTOMATÉS (*Doriopsis Jousseaumei*, nov. sp.; *Dor. nigra* Stimps; *Dor. nigropunctata*, nov. sp.; *Dor. punctata* Leuck. et Rupp.; *Dor. rosea*, nov. sp.; *Phyllidia varicosa* Lamk.; *Ph. Dautzenbergi*, nov. sp.; *Fryeria pustulosa* Leuck. et Rupp.) ; 2 TRITONIENS (*Tritoniopsis Gravieri*, nov. sp.; *Bornella digitata* Adams et Reeve).

Le sous-ordre des ASCOGLOSSES ne m'a donné qu'une seule espèce appartenant à la famille des Elysiadés, le *Plakobranchus ocellatus* v. Hass. et Bgh.

Parmi les GASTÉROPODES PROSOBRANCHES appartenant à la famille des Marséniadés j'ai trouvé 3 espèces (*Marsenia perspicua*, var. *ceryle* Bgh.; *Chelyonotus niger* Bgh.; *Djiboutia verrucosa*, nov. sp.).

Enfin un type de PULMONÉ : l'*Oncidium* ou *Peronia Peronii* de Cuvier.

Neuf formes nouvelles existaient sur ces 42 espèces, mais deux seulement, par l'ensemble des caractères spéciaux de leur organisation, ont nécessité la création de genres nouveaux (*Gravieria* et *Djiboutia*); les autres se rapportent toutes à des groupes génériques déjà connus.

Grâce à la bonne conservation de la plupart de ces Mollusques, j'ai pu étudier leur anatomie qui était peu connue ([1]), les naturalistes (Savigny, Leuckart et Ruppel, Ehrenberg, Alder et Hancock, Issel) qui les premiers

([1]) Ce travail paraîtra prochainement dans un autre Recueil.

ont décrit la majeure partie de ces animaux, se sont contentés de donner leurs caractères extérieurs ainsi que de bonnes figures de facies. Mais avec des individus conservés dans l'alcool, contractés et décolorés sous l'effet de ce liquide, il est bien difficile d'identifier les espèces si l'on ne s'adresse pas à quelques caractères internes; c'est surtout ce que j'ai tâché de faire en donnant de nombreuses figures hors texte des divers systèmes organiques de presque toutes les espèces que j'ai étudiées.

En parcourant la liste de ces Mollusques, on peut être étonné, avec juste raison, de l'absence complète de certains types d'Opisthobranches qu'on trouve d'ordinaire abondamment le long des côtes, les *Aplysia* vraies et les Æolididés.

Dans aucun des envois que m'ont faits le Dr Jousseaume et M. Gravier, je n'ai trouvé d'individus appartenant à ces groupes. Je crois pouvoir attribuer l'absence de ces Mollusques à la position des récifs le long desquels les recherches ont été faites; les mouvements des vagues déferlant sur ces récifs ont éloigné ces animaux qui vivent d'ordinaire dans des eaux tranquilles. Il est probable que des recherches exécutées dans le fond de ce petit golfe auraient amené la capture de quelques espèces d'*Aplysia* et de divers Æolididés.

Si l'on compare maintenant cette faunule malacologique avec celle de la mer Rouge ou celle de l'océan Indien (côtes de l'Est africain et côtes hindoues), on constate qu'il y a peu d'espèces communes entre les Opisthobranches du golfe de Tadjourah et ceux des régions voisines que nous venons de nommer. Cette faunule a un caractère bien équatorial, mais la plupart des espèces qui la constituent, établies depuis longtemps en ce point, se sont nettement différenciées, tout en conservant de réelles affinités, surtout avec celles de l'Est africain.

ZOOLOGIE. — *Sur les Amphipodes des Expéditions antarctiques françaises.* Note de M. **Ed. Chevreux**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Les Amphipodes de l'Expédition du *Français* comprenaient 24 espèces. Celles de l'Expédition du *Pourquoi-Pas?* sont au nombre de 44, appartenant toutes, sauf un Cyame parasite des Cétacés, au sous-ordre des *Gammarina*. 16 de ces espèces sont nouvelles; elles ont nécessité l'établissement de 6 genres nouveaux. Bien que les deux Expéditions du Dr Charcot aient effectué leurs recherches dans les mêmes parages, le

Pourquoi-Pas? n'a retrouvé que 17 des formes recueillies par le *Français*. Il est vrai que la plupart des recherches de la première Expédition ont été faites sur le littoral, tandis que les captures du *Pourquoi-Pas?* proviennent presque toutes de dragages relativement profonds.

En comparant la faune de la partie de l'Antarctique explorée par le Dr Charcot avec celle des *Gammarina* de la *Southern Cross* et de la *Discovery*, provenant des parages de la Terre Victoria, on constate que les deux faunes sont de richesse égale, puisqu'elles comprennent chacune 48 espèces. Elles sont, d'autre part, très différentes, le nombre des formes qui leur sont communes ne dépassant pas 10.

La famille des *Lysianassidæ*, dont il a été trouvé 17 espèces dans les parages de la Terre Victoria, n'est représentée que par 7 espèces dans les collections du *Français* et du *Pourquoi-Pas?*. Par contre, les *Pontogeneiidæ*, des expéditions du Dr Charcot, sont au nombre de 9, tandis que les expéditions anglaises n'en ont trouvé que 3. Les familles des *Acanthonotosomidæ* et des *Paramphithoidæ*, qui renferment des formes pour la plupart de grande taille et très remarquables par les projections dentiformes dont leur corps est armé, sont représentées dans les collections du *Pourquoi-Pas?* par 5 et par 4 espèces. Ce sont des Amphipodes d'eau profonde, ce qui explique pourquoi il ne s'en trouvait pas dans les collections du *Français*.

Voici de courtes diagnoses des nouveaux genres d'Amphipodes du *Pourquoi-Pas?*

Gainella nov. gen. de *Lysianassidæ*. — Antennes courtes, subégales. Premier article du pédoncule des antennes supérieures caréné. Dernier article du pédoncule des antennes inférieures très court. Processus molaire des mandibules petit, palpe fixé très en arrière. Lobe interne des maxilles 1 portant une spinule distale. Lobe interne des maxillipèdes très étroit, acuminé, lobe externe plus court, palpe extrêmement développé, article 4 non dactyliforme. Gnathopodes chéliformes. Péréiopodes gros et courts. Uropodes 3 très réduits, branche interne rudimentaire. Telson fendu jusqu'à la base.

Iphimediella nov. gen. d'*Acanthonosomidæ*. — Tête, corps et appendices à peu près comme *Iphimedia*, mais mandibules courtes et très larges, article 1 du palpe très allongé, atteignant plus des deux tiers de la longueur de l'article 2. Lèvre postérieure sans lobes internes, lobes externes non incisés. Article 2 du palpe des maxillipèdes non prolongé le long de l'article 3.

Alexandrella nov. gen. de *Tironidæ*. — Corps obèse, téguments peu consistants, mésosome lisse, métasome et urosome carénés. Tête rostrée. Antennes allongées, les inférieures les plus longues, pédoncule court, flagellum accessoire rudimentaire.

Lèvre antérieure bilobée. Lobe tranchant des mandibules très large, processus molaire et rang d'épines manquant, palpe court. Lèvre postérieure avec lobes internes. Lobe interne des maxilles 1 bordé de nombreuses soies, palpe très développé. Lobe interne des maxilles 2 de beaucoup le plus large. Lobe externe des maxillipèdes très développé, plus long que le palpe. Gnathopodes semblables entre eux, non subchéliformes. Péréiopodes longs et grêles. Branches des uropodes 3 longues, lancéolées. Telson quadrangulaire, bord distal échancré.

Liouvillea nov. gen. de *Tironidæ*. — Corps obèse, portant des dents dorsales. Tête rostrée. Yeux proéminents. Antennes allongées, les inférieures étant les plus longues, flagellum accessoire rudimentaire. Lobe tranchant des mandibules étroit et allongé, processus molaire robuste. Autres pièces buccales comme chez *Bruzelia*, mais article 3 du palpe des maxillipèdes débordant sur l'article 4. Gnathopodes subégaux, subchéliformes. Branche externe des uropodes 1 et 2 beaucoup plus courte que la branche interne. Telson un peu fendu, bord distal arrondi.

Metaleptamphopus nov. gen. de *Calliopiidæ*. — Corps lisse. Tête armée d'un rostre allongé. Antennes supérieures les plus longues, sans flagellum accessoire. Pièces buccales comme chez *Leptamphopus*, mais lobes des maxilles 2 plus larges, bord interne du lobe interne non garni de soies, palpe des maxillipèdes beaucoup plus long. Gnathopodes subégaux, subchéliformes, très robustes chez le mâle. Péréiopodes courts et faibles, dactyle très gros à la base, terminé en pointe aiguë, bord externe garni d'épines pectinées. Uropodes 3 beaucoup plus longs que les précédents, branches subégales. Telson entier, bord distal arrondi.

Parepimeria nov. gen. de *Paramphithoidæ*. — Corps comprimé, portant des dents dorsales. Tête armée d'un rostre droit. Plaques coxales 1 et 2 aiguës inférieurement, plaques 3, 4 et 5 normales. Antennes supérieures plus courtes que les inférieures, flagellum accessoire rudimentaire. Palpe des mandibules excessivement long. Lèvre postérieure avec des lobes internes. Lobes des maxilles 2 étroits, arrondis au bord distal. Lobe interne des maxillipèdes carrément tronqué, lobe externe petit, palpe très développé. Gnathopodes non subchéliformes, carpe très allongé, dactyle grêle, droit. Article basal des périopodes 3 dilaté. Branche externe des uropodes 3 plus courte que la branche interne. Telson entier, bord distal arrondi.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Analyse biologique d'une série d'expériences concernant l'avènement de la maturité sexuelle, la régénération et l'inanition chez les Némertiens,* Lineus ruber (*Müll.*) *et* Lineus lacteus (*Rathke*). Note de M. **Mieczyslaw Oxner**, présentée par M. Yves Delage.

Par deux fois j'ai eu l'occasion d'analyser ici même [1] les phénomènes de la régénération chez les Némertiens et d'établir les rapports qui

[1] M. Oxner, *Sur deux modes différents de régénération chez* L. ruber (*Comptes rendus*, mai 1909).

existent entre la régénération, la croissance (¹) et l'inanition (²). Je reviens à la tâche ayant constaté au cours de mes dernières expériences sur l'inanition des faits nouveaux non sans importance pour la Biologie générale.

Chez *Lineus ruber* (de Roscoff) les glandes génitales commencent à se développer vers la fin du mois de novembre. La ponte bat son plein en janvier et février et cesse complètement vers la fin du mois de mars.

Chez *Lineus lacteus* (de Villefranche-sur-Mer), la maturité commence en janvier, et vers la fin du mois d'avril on ne trouve plus des animaux avec des produits génitaux.

Ire SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — J'ai enlevé la tête, jusqu'au niveau de la bouche, à un certain nombre d'exemplaires au mois d'octobre. Au mois de décembre j'ai constaté une forte production des cellules migratrices et une régulation dans les troncs nerveux latéraux. La tête ne se régénère pas. Au mois de février, ces individus sans tête ont accusé la présence des gonades, disposées d'une façon normale entre les culs-de-sac intestinaux. Les gonades étaient mâles ou femelles selon les individus. Les œufs avaient un aspect absolument normal, les spermatozoïdes étaient en mouvement. Ni la fécondation, ni la ponte n'ont eu lieu jusqu'au mois de mai. A cette époque, le sperme et les œufs étaient déjà en grande partie en dégénérescence granulaire. En résumé, dans l'espace de 6 mois et demi, pas de régénération de la tête enlevée; en revanche l'avènement normal de la maturité est finalement une involution localisée sous l'influence de l'inanition.

IIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — Même lot d'animaux qu'au n° I, mais n'ayant subi aucune mutilation, a pondu copieusement en janvier et février; la ponte s'est développée et les animaux (♀ et ♂), après l'évacuation des produits génitaux, ont été soumis à l'influence de l'inanition. Ils ont vécu ainsi près de 13 mois (j'en ai eus qui ont vécu 2 ans!) sans toutefois atteindre une seconde fois la maturité. Comme résultat de l'inanition : diminution de la taille à un quart, une résorption très curieuse de différents tissus et une involution générale constatée sur les coupes (³).

IIIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — Les jeunes individus, provenant de la ponte déposée en janvier, atteignent en captivité la taille de 2^mm à 3^mm, possèdent tous les organes et commencent même à se pigmenter. Ne se nourrissant pas en captivité, ils cessent rapidement de croître; ils n'atteignent pas, évidemment, la maturité sexuelle, et vers la fin d'octobre j'ai pu constater une involution très avancée, œuvre des phagocytes.

(¹) M. OXNER, *Analyse biologique du phénomène de la régénération chez* L. Ruber *et* L. lacteus (*Comptes rendus*, 13 juin 1910).

(²) M. OXNER, *Zarys analizy biologicznej zjawiska regeneracyi u wstezniakow* (*Ksiazka jubileusz. dla prof. Nusbauma*, Cracovie, 1911).

(³) Travail sous presse, en collaboration avec le professeur Nusbaum.

IVe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. ruber*, forme A. — Les individus capturés en mai (vieux, après la ponte et jeunes, avant la maturité) ne sont pas parvenus à atteindre la maturité sexuelle, même après 12 mois et demi. Les résultats de l'inanition ont été les mêmes qu'au n° II.

L'expérience n° I constitue le point de départ de mes considérations mais les gonades se formant entre les culs-de-sac de l'intestin moyen, existant déjà, c'est-à-dire à l'endroit où elles auraient dû se développer normalement, tout cet avènement de la maturité ne paraît pas, au premier coup d'œil, outre mesure surprenant. Les expériences suivantes nous montrent ce phénomène en vraie lumière.

Ve SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. lacteus.* — J'ai enlevé en janvier à un lot d'individus, capturés en novembre, la tête jusqu'au niveau de la bouche. La tête ne se régénère pas. Au mois de janvier, j'ai constaté chez ces individus sans tête la présence des gonades mâles et femelles, disposées d'une façon normale, latéralement dans le parenchyme entre les culs-de-sac de l'intestin moyen. Dans la région de l'intestin stomacal, les gonades ne se développent jamais, même pas dans les conditions naturelles. En juin (après 5 mois de l'inanition générale), les produits génitaux commencent à dégénérer. Les conditions et les résultats de cette expérience sont semblables à ceux de la série n° I.

VIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. lacteus.* — Les animaux capturés en octobre ont été opérés en novembre de la façon suivante : en avant, j'ai *enlevé* la tête jusqu'au niveau de la bouche; en arrière, *tout l'intestin moyen* et un petit fragment de l'intestin stomacal. Donc il *ne restait aucune trace* de cette partie du corps de l'animal où normalement se développent les produits génitaux. En décembre, la tête ne s'est pas régénérée, mais en revanche tout l'intestin moyen avec ses culs-de-sac a été reconstruit. Au contrôle de la fin du mois de mai, j'ai constaté, dans ces fragments qui ont régénéré l'intestin moyen, de belles gonades mâles et femelles, disposées normalement entre les culs-de-sac du nouvel intestin moyen. J'ajoute que j'ai fait la même constatation chez quelques individus de cette série, que j'ai contrôlés déjà au commencement du mois d'avril.

VIIe SÉRIE D'EXPÉRIENCES. *L. lacteus.* — Les animaux capturés en janvier, et chez lesquels *in vivo* j'ai pu constater *déjà un commencement de l'élaboration des produits génitaux*, ont été opérés dès le mois de janvier de la même façon, comme dans la série VI. En février, l'intestin moyen a été complètement régénéré. Quant aux organes génitaux, ceux-ci *ne se sont plus formés* dans la suite : différence radicale entre les expériences n°s VI et VII.

En analysant ces sept séries d'expériences, j'arrive aux conclusions suivantes : si Max Verworn (dans son *Allgemeine Physiologie*, 1909) croit que « die Fortpflanzung lässt sich vom Wachstum nicht trennen... », il n'est

pas tout à fait dans le vrai. J'ai essayé de démontrer [1] que, si le phénomène de la régénération peut être ramené à la conception de la croissance accélérée, toutefois il ne faut pas toujours comprendre la « croissance » dans un sens étroit de « l'augmentation du volume », mais plutôt comme fonction de l'assimilation et de désassimilation avec un résultat spécifique de localisation morphogénétique. Dans le cas des phénomènes involutifs, sous l'influence de l'inanition, cette réaction de l'assimilation et de la désassimilation peut être réversible et donne alors la « croissance négative », la diminution du volume, tout en laissant à l'animal la faculté de régénérer. En effet, en pleins processus involutifs (après une année) j'ai pu obtenir toujours la régénération [2]. En ce qui concerne l'avènement de la maturité, ce n'est pas toujours « das Wachstum ueber Mass » (Verworn, *loc. cit.*), c'est-à-dire « la croissance outre mesure ». L'énergie qui provoque l'élaboration des produits génitaux dépend souvent directement de la nourriture individuelle et de la croissance de l'animal, mais il arrive un moment, avant qu'on puisse le constater morphologiquement (coupes histologiques), que cette énergie est accumulée et tout à fait spécialisée. A partir de ce moment, nous pouvons interrompre la croissance, même soumettre l'animal au traitement de l'inanition, qui le force à manger ses propres tissus et à diminuer son volume; nous pouvons même lui enlever la partie du corps où les organes sexuels se développent; *malgré tout cela, cette énergie, une fois accumulée et spécialisée, provoquera l'avénement de la maturité:* tantôt (I et V) tout simplement, tantôt (VI) après une régénération préalable de la partie du corps où les gonades sont localisées normalement. Mais si cette énergie n'est pas encore accumulée et spécialisée (III et IV) ou lorsqu'elle s'est déjà déchargée (II et VII), l'avènement de la maturité peut être empêché.

Je crois donc qu'à partir d'un *certain moment* l'avènement de la maturité *est indépendant* de la croissance générale de l'animal (Némertiens) et peut aboutir même malgré les phénomènes de décroissance.

---

(1) M. Oxner, *Zarys analizy biologicznej zjawiska regeneracyi u wstezniakow* (*Ksiazka jubileusz. dla prof. Nusbauma*, Cracovie, 1911).

(2) M. Oxner, *Études sur la régénération chez les Némertes : I. La régénération chez L. ruber* (*Ann. Inst. océan.*, t. I, fasc. 8).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches sur l'*Amylomyces Rouxii.
Note de M. R. GOUPIL, présentée par M. E. Roux.

La caractéristique de la fermentation produite par l'*Amylomyces Rouxii* est une production considérable d'acide succinique.

Les bilans établis par Pasteur avec la levure de bière ne mentionnent pas de quantités d'acide succinique supérieures à 0,6 pour 100 du sucre disparu.

Ici, en nous plaçant dans les mêmes conditions, c'est-à-dire après fermentation complète, la culture d'*Amylomyces* peut donner un chiffre s'élevant à 6 pour 100 du sucre consommé.

Ce quantum s'obtient particulièrement avec des milieux de faible concentration en saccharine :

TABLEAU I.

	Glucose.		Sucre interverti.	
Sucre disparu, par litre............	28g,8	54g,4	27g,6	56g,8
Acide succinique, par litre.........	1,84	3,03	1,68	2,95
Acide succinique, pour 100 de sucre.	6,3	5,5	6	5,2

Au début d'une fermentation, ces chiffres s'élèvent beaucoup plus et peuvent dépasser 25 pour 100 du sucre disparu.

Le rendement maximum en acidité a lieu 4 ou 5 jours après l'ensemencement, alors que l'alcool est à peine au $\frac{1}{5}$ de la quantité susceptible d'être produite.

La formation d'acide succinique s'accomplit parallèlement à la croissance de la mucorinée; le rendement maximum en acide et en plante a lieu corrélativement :

TABLEAU II. — *Culture sur eau de levure à 10 pour 100; résultats en grammes par litre.*

		Acide succinique.		
	Sucre disparu.	Par litre.	Pour 100 de sucre.	Ferment.
Après 4 jours..	10,1	2,56	25,3	0,48
Après 7 jours..	18,8	3,10	16,4	0,80
Après 15 jours..	44,8	3,03	6,7	0,85
Après 2 mois..	58,6	3,18	5,4	0,64

La culture d'*Amylomyces* ne dépasse pas, dans les cas les plus favorables, 4g par litre d'acidité totale, sur lesquels on trouve, outre l'acide succinique, 0g,35 à 0g,40 d'un mélange des acides acétique et butyrique; on peut mentionner, comme se rapportant à cette acidité volatile, une notable proportion d'éthers dont la saponification correspond à une moyenne de 0g,50 d'acidité calculée en acétique.

Contrairement à ce qui avait été annoncé, l'*Amylomyces* ne produit ni acide oxalique, ni acide lactique; l'acide fixe qui se forme est bien de l'acide succinique :

En employant, pour l'extraction et la purification de cet acide, le procédé préconisé par MM. Gayon et Dubourg (1), on obtient des cristaux ayant même pouvoir de saturation par les bases que l'acide succinique et point de fusion identique.

La quantité d'acide succinique formé subit de grandes variations sous l'influence de l'acidité initiale du milieu de culture. Le rendement atteint son maximum en milieu neutre et décroît rapidement avec une acidité croissante, le poids de plante formé diminue et la fermentation subit un ralentissement général.

Les résultats sont identiques avec l'acide sulfurique, l'acide tartrique et l'acide succinique seuls essayés.

TABLEAU III. — *Influence de doses croissantes d'acide tartrique.*

Acide tartrique introduit pour 1000.	Acide succinique formé pour 1000.
0 neutre.	2,50
1	1,68
2	1,44
3	0,97
8	0,71

L'aération a un rôle important dans la formation de l'acide succinique, la culture ne donne que très peu d'acidité dans un ballon plein où l'air ambiant est aussi réduit que possible, il en est de même si l'on pratique l'immersion de la mucorinée au moyen d'une toile métallique.

L'acide succinique augmente avec l'espace laissé libre dans le ballon de la fermentation; si l'on entraîne le gaz carbonique par un courant d'air, la végétation devient plus abondante, l'acidité et l'alcool atteignent leur rendement maximum; en milieu anaérobie, sous gaz carbonique, la production d'acide succinique est négligeable, mais dans ces conditions défavorables, la mucorinée se développe très peu.

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, juillet 1901.

TABLEAU IV.

	Acide succinique formé par litre (en grammes).
Matras plein	1,06
Matras à la moitié	2,50
Matras aux trois quarts	3,10
Avec aération	4,10
Anaérobie (CO^2)	0,45

La nature des sucres est sans influence sur la production d'acide succinique, les résultats sont sensiblement les mêmes pour le maltose, le glucose, le sucre interverti et l'amidon saccharifié par le malt.

Contrairement aux résultats obtenus par Erlich avec les levures, la formation d'acide succinique n'est pas en fonction de l'alimentation azotée,

La concentration croissante de l'eau de levure, de la peptone ordinaire et pancréatinisée, du Liebig, n'influencent pas d'une façon sensible la production d'acidité, à condition que la quantité d'azote initiale soit suffisante pour permettre à la mucorinée de se développer normalement.

Il paraît y avoir cependant une concentration optima en aliment azoté, en deçà et au delà de laquelle la puissance fermentative de la plante paraît atténuée.

TABLEAU V.

	Eau de levure à			Peptone à		
	20 p. 100.	10 p. 100.	2 p. 100.	10 p. 100.	5 p. 100.	2 p. 100.
Sucre consommé par litre	54	57,1	46,4	53,2	55,9	41,9
Acide succinique	2,7	2,40	1,60	2,06	2,70	1,94
Ferment	0,72	0,82	0,57	0,89	1,30	0,84
Rapport $\frac{\text{acide}}{\text{ferment}}$	28	29	28	23	20	24

Enfin, si l'on remplace, sous une mucorinée complètement développée, le liquide fermenté par une nouvelle solution sucrée, azotée ou non, la production d'alcool s'accomplit normalement sans formation notable d'acide succinique; dans ces conditions, la mucorinée ne paraît pas faire de nouveaux tissus.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence du calcium sur le développement et la composition minérale de l'*Aspergillus niger. Note de Mlle **Robert**, présentée par M. E. Roux.

Le calcium paraît être un élément indispensable à la vie des animaux et des végétaux supérieurs.

Non seulement il entre en proportion importante dans la constitution de certains tissus et à ce titre appartient à la catégorie des éléments plastiques, mais encore il intervient dans certaines réactions diastasiques et peut, par conséquent, être aussi considéré comme un élément catalytique.

Les travaux de Pasteur et surtout ceux de Raulin sur la nutrition minérale de l'*Aspergillus niger* semblent pourtant prouver que certains organismes inférieurs du groupe des Levures et des Mucédinées peuvent se passer de calcium.

La même conception a été soutenue par Molish et Lœw [1] qui ont même essayé de donner à cette hypothèse un appui expérimental. Mais ces auteurs employaient pour leur milieu de culture des « sels purs » du commerce, et des nombreux essais m'ont prouvé que ces produits renferment presque tous du calcium en quantité parfois même assez notable. J'ai pu mettre très nettement en évidence la présence de calcium dans toutes les cultures d'*Aspergillus* faites dans les conditions où opérait Raulin.

Le calcium trouvé provient bien du liquide de culture. En effet, plusieurs dosages de calcium faits dans du milieu Raulin, préparé avec les produits purs du commerce et de l'eau distillée m'ont montré que ce liquide renferme en moyenne 3^{mg} de calcium par litre. Le saccharose employé en contient 2^{mg} pour 100^{g}. L'acide tartrique et les sels, à l'exception des sels ammoniacaux, en renferment des quantités variables.

En admettant même que le calcium ne soit pas un élément plastique pour les végétaux inférieurs, on peut supposer que les faibles doses de calcium, existant comme impureté dans le milieu, suffisent pour que ce corps joue dans le développement des Mucédinées le rôle d'élément catalytique. C'est ce que je me suis proposé de vérifier.

Je me sers, pour préparer mon milieu de culture, de produits que je purifie par des procédés appropriés jusqu'à ce que leurs solutions ne présentent plus les réactions du

(1) Lœw, *Bulletin of the U. S. Department of Agriculture*, n° 18, 1899, p. 44.

calcium. Certains corps entrant dans la composition du liquide de Raulin étant difficiles à purifier, j'ai dû modifier la formule de cet auteur en m'attachant à conserver à peu près la même proportion d'éléments. La formule que j'emploie est celle de Gabriel Bertrand et Javillier (1), mais je remplace le mélange d'acide tartrique et de CO^3K^2 par du bitartrate de K à la dose de $3^g,33$ par litre, de façon à avoir dans le liquide la même proportion d'acide tartrique. Ma technique est également celle indiquée par ces auteurs (1). Chaque culture est faite sur 250^{cm^3} de liquide. Dans toutes les expériences que je rapporte ici, le calcium a été introduit sous forme de $SO^4Ca + 2H^2O$. Le calcium est dosé dans les cendres résultant de l'incinération des mycéliums.

Dans une première série d'expériences, j'ai essayé l'effet de doses de calcium comparables à celles existant dans le milieu Raulin ordinaire, c'est-à-dire 3^{mg} de Ca par litre; $0^{mg},75$ par culture de 250^{cm^3}. Récipients employés: cuvettes rectangulaires en porcelaine.

Voici le résultat d'une de ces expériences :

	Poids sec.	Total.	Poids des cendres.	Ca fixé.
A. Sans Ca.....	g 4,24 / 4,35	$8^g,59$	$0^g,645$	0^{mg}
B. Avec Ca....	4,25 / 4,41	$8^g,66$	$0^g,642$	1^{mg}

L'expérience refaite avec des doses variables de calcium a donné les résultats suivants :

Ca introduit dans 250^{cm^3} du milieu.	Poids sec.	Cendres.	Ca fixé.
mg	g	g	mg
0...........	4,15	»	»
0...........	4,03	0,329	0,0
0,25........	4	0,3285	0,1
0,625.......	3,92	0,327	0,5
1,25........	4,02	0,348	1,2

Les faibles doses de Ca semblent donc être fixées presque intégralement par le mycélium, mais sans agir sur le développement de la Mucédinée.

Quels sont les résultats qu'on obtient avec des doses plus fortes?

Toutes les expériences que j'ai faites à ce sujet mettent en évidence une légère augmentation du poids de la récolte.

En voici un exemple :

(1) G. Bertrand et M. Javillier, *Bull. Sc. pharm.*, n° 18, février 1911, p. 67.

Ca introduit dans 250cm³ du milieu.	Poids sec.			Poids des cendres.			Ca fixé.		
	1re série.	2e série.	Moyenne.	1re série.	2e série.	Moyenne.	1re série.	2e série.	Moyenne.
mg	g	g	g	g	g	g	mg	mg	mg
0..........	3,75	3,87	3,81	0,207	0,212	0,209	0,25	0,25	0,25
2,5..........	3,90	3,73	3,815	0,245	0,216	0,230	2,5	2,7	2,6
10..........	3,83	3,80	3,815	0,255	0,226	0,240	2,5	2,7	2,6
25..........	4	3,70	3,85	0,276	0,255	0,265	»	8	8
100 (1)......	4,10	4,20	4,15	0,398	0,420	0,409	80	66,8	73,4

La petite quantité de Ca trouvée dans les témoins provient très probablement des récipients (fioles coniques de 1l,5 en verre, au lieu des récipients en porcelaine employés dans les expériences précédentes).

Les faibles doses de Ca sont fixées totalement.

Les doses plus fortes (dans les limites étudiées, bien entendu) le sont dans la proportion de 80 pour 100 environ.

Mais il est aisé de voir d'après ces chiffres que : 1° l'augmentation du poids des cendres correspond précisément au Ca fixé qui, dans les cendres recarbonatées, doit se trouver tout entier sous forme de CO^3Ca (40mg de Ca donnent 100mg de CO^3Ca); 2° l'augmentation du poids de matière organique, obtenue par différence entre les poids de cendres et de matière sèche, est insignifiante et peut s'expliquer par la formation de quelque combinaison simple du calcium.

En résumé, le calcium ne paraît pas avoir d'influence sur le développement de l'*Aspergillus niger*, ou du moins, s'il agit, c'est à une dose extrêmement petite, inférieure à celle que décèle la méthode de dosage du calcium que j'emploie, c'est-à-dire au $\frac{1}{20}$ de milligramme environ.

L'*Aspergillus* fixe pourtant le calcium : en totalité, pour les doses faibles; en partie, pour les doses élevées, et l'augmentation de poids que l'on constate dans ce dernier cas semble bien être simplement le résultat de cette fixation de calcium.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Le fer est-il indispensable à la formation des conidies de l'* Aspergillus niger? Note de MM. **M. Javillier** et **B. Sauton**, présentée par M. E. Roux.

En 1891, M. Linossier (2) extrayait des spores d'*Aspergillus niger* V. Tgh. (*Sterigmatocystis nigra* V. Tgh.) une matière colorante amorphe, qu'il dénommait *aspergil-*

(1) Cette proportion de Ca correspond à un milieu presque saturé de $SO^4Ca + 2H^2O$.
(2) *Comptes rendus*, t. 112, 1891, p. 489.

line. Ce savant rapprochait cette aspergilline de l'hématine du sang des Vertébrés et, entre autres analogies, il relevait la présence du fer dans l'un et l'autre pigment. L'aspergilline, en brûlant, laisse, dit-il, « un résidu rouge d'oxyde de fer ».

Récemment, l'un de nous ([1]), en étudiant l'influence de divers éléments chimiques sur la sporulation, arrivait à cette conclusion qu'en l'absence de sulfate ferreux dans le milieu Raulin, non seulement l'*Aspergillus* se développe mal (ce que Raulin avait déjà observé), mais encore que le « mycélium formé ne sporule pas ». Le même auteur établissait que cette sporulation ne reconnaît pas pour cause l'action toxique de l'acide sulfocyanique, dont, depuis Raulin, on admet, d'ailleurs sans preuve suffisante, l'existence dans le liquide de culture de l'*Aspergillus* privé de fer. Il émettait enfin, sous une forme hypothétique, cette opinion que « la sporulation paraît s'accompagner d'une fixation d'oxygène, probablement par l'intermédiaire du fer ».

Peu après l'apparition de la Note de B. Sauton, M. Linossier faisait observer ([2]) que l'aspergilline étant, d'après ses recherches, un pigment ferrugineux, il n'était pas surprenant qu'en l'absence de fer la plante ne sporulât pas, puisqu'il manquait un élément essentiel à la formation du pigment de sa spore. Cette remarque, en somme, n'était pas fondée, puisque, en admettant même que le fer entrât dans la constitution du pigment, on aurait très bien pu, en l'absence de fer, obtenir des conidies apigmentées ou tout au moins des rudiments incolores des appareils conidiens.

L'un de nous, qui étudie depuis plusieurs années la physiologie de l'*Aspergillus niger* ([3]), avait été conduit à penser que les faits étaient susceptibles d'autres interprétations, et que la part attribuée au fer dans le mécanisme de la sporulation était au moins excessive. Un fait, entre autres, méritait d'attirer l'attention, c'est l'influence qu'exerce *le zinc* sur la reproduction conidienne, influence qui se traduit par la réduction de longueur des hyphes fructifères et par le retard dans l'apparition des conidies. Cette influence du zinc est d'autant plus marquée que la plante est plus mal nourrie; or, la suppression du fer ne diminuait-elle pas précisément la valeur nutritive du milieu à tel point que le zinc pût entraver totalement la sporulation? Si cela était, la vraie cause de la non-sporulation dans l'expérience de Sauton était moins l'absence de fer que la présence du zinc. C'est

---

([1]) B. Sauton, *Comptes rendus*, t. 151, 1911, p. 241.

([2]) *Comptes rendus*, t. 141, 1911, p. 1075.

([3]) M. Javillier, *Comptes rendus*, t. 145, 1907, p. 1212; t. 146, 1908, p. 365; *Thèse de doctorat*, 1906; *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 225, 900 et 1337 (ces dernières Notes en commun avec G. Bertrand).

pour élucider cette question que nous avons, en commun, entrepris de nouvelles recherches.

L'expérience à réaliser était en principe simple : il suffisait de cultiver l'*Aspergillus* sur le milieu classique de Raulin en supprimant de ce milieu soit le sulfate ferreux seul, soit le sulfate de zinc seul, soit les deux à la fois, et d'observer comment se comporterait la plante au point de vue de la formation des conidies; c'est ce que nous avons d'abord fait. Or, en cultivant la moisissure dans des fioles d'Erlenmeyer, sur milieu préparé avec de l'eau pure, du sucre et des sels recristallisés, voici ce que nous avons observé :

En présence du sulfate de zinc (dose de zinc $\frac{1}{100000}$), et en l'absence du sulfate de fer, il n'apparaît pas de spores même après le quatrième jour.

En l'absence du sulfate de zinc et en présence du sulfate de fer (dose de fer $\frac{1}{1000000}$), le voile, que forme dans ces circonstances le mycélium, se couvre de bonne heure, dès le deuxième jour, de conidies noires.

En l'absence des deux sulfates de zinc et de fer, le mycélium, plus grêle encore que dans les deux cas précédents, sporule au moins aussi vite qu'en présence du seul sulfate de fer.

Enfin, en présence des deux éléments, fer et zinc, l'*Aspergillus* végète normalement et sporule au quatrième jour.

Nous avons réalisé cette expérience dans des conditions diverses, en changeant la nature de l'aliment hydrocarboné par exemple, ou en variant les doses de zinc.

Tous ces essais, dont nous ne pouvons donner ici le détail, confirment cette observation de Sauton, *qu'en l'absence de fer, et en présence de la dose relativement massive de zinc correspondant au liquide normal de Raulin, l'*Aspergillus *ne sporule pas;* ils montrent en outre que *le zinc est bien, dans ces circonstances, la cause de la non-sporulation;* ils montrent enfin que *le fer, aliment très important pour la croissance de la Mucédinée, n'est pas l'élément fondamental, indispensable à la formation des conidies et à leur pigmentation.*

Pour qui sait à quelles doses infinitésimales agissent les éléments catalytiques, un doute peut cependant s'élever : il n'est guère d'élément qu'il soit aussi difficile d'éliminer rigoureusement que le fer. Une trace aurait-elle à notre insu subsisté dans les substances utilisées ou se serait-elle introduite dans le milieu par le verre des matras par exemple? Ce que nous pouvons dire, c'est que dans les mycéliums cultivés sur milieux non additionnés de fer, incinérés et analysés, nous n'avons pu mettre en évidence la présence du fer, alors que la réaction au sulfocyanate, telle que nous l'employons,

permet de retrouver *un millième de milligramme* de cet élément. Si l'on s'attachait à penser que le fer est vraiment indispensable à la formation de la spore, *il faudrait donc admettre que la dose utile était dans nos expériences inférieure à ce chiffre extrêmement petit* (¹). De toute façon, nos expériences remettent entièrement en question le problème du mécanisme biochimique de la formation des conidies noires de l'*Aspergillus*.

Ce n'est pas tout. On sait, depuis Raulin, qu'en l'absence de fer, l'*Aspergillus* produit dans son milieu une substance qui donne avec le perchlorure de fer une coloration rouge ; Raulin lui-même a supposé que la matière chromogène est de l'acide sulfocyanique, et il a montré que l'addition du fer au milieu empêche cette substance de se former. Or, nous avons observé que *la suppression simultanée du fer et du zinc entraîne l'absence dans le milieu de culture de cette même substance*. Elle ne se produit qu'en présence du zinc, celui-ci fût-il même à des doses extrêmement petites.

On voit que ce dernier élément modifie dans des conditions profondes la physiologie de l'*Aspergillus*. Cette notion, que des observations antérieures avaient déjà développée (²), recevra des faits que l'un de nous relatera prochainement une nouvelle confirmation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Atmolyse et atmolyseur*. Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Henneguy.

J'ai donné le nom d'*Atmolyse* (ἀτμός, vapeur) à l'action qu'exercent sur la substance organisée les vapeurs des liquides organiques neutres volatils, tels que chloroforme, benzine, éthers, alcools, etc., dont l'inhalation est susceptible de produire l'anesthésie générale (³).

Les recherches expérimentales, dont j'ai publié les résultats, principalement en 1883 et 1884 dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, m'ont conduit non seulement à donner une explication rationnelle expérimentale et très généralement adoptée aujourd'hui du mécanisme intime

(¹) Les recherches analytiques ont été faites sur des récoltes pesant fraîches 1g,57 et 2g,74 et sèche 0g,285 et 0g,438.

(²). M. Javillier, *loc. cit.*

(³) Voir *Influence des vapeurs anesthésiques sur les tissus vivants* (*Comptes rendus*, 1886) et *Mécanisme de l'action des anesthésiques* (*Revue gén. des Sc. p. et app.*, t. II, 1891, p. 562-565).

d'action des anesthésiques généraux, mais encore à montrer les relations étroites, existant entre l'action du froid et celle des anesthésiques ([1]), préparant ainsi, par surcroît, l'heureuse application de l'éthérification au forçage des plantes ([2]).

Des principes que j'ai découverts sont nés encore d'autres applications qui, dans ces dernières années, ont pris, au point de vue de l'analyse immédiate des tissus organiques et de l'extraction de leurs principes actifs, une grande importance et donné lieu à de nombreuses publications où l'on présente comme des nouveautés ce que j'ai montré il y a un quart de siècle.

En outre, on a confondu à tort sous les noms d'*œthérolyse*, de *plasmolyse*, d'*autolyse*, etc., deux procédés absolument distincts, donnant des résultats très différents. L'*œthérolyse* est le procédé d'extraction des sucs *végétaux* par *immersion* dans l'éther liquide, imaginé par Legrip en 1876 : ce n'est pas l'*atmolyse* de R. Dubois.

L'expérience suivante montre bien la différence existant entre ces deux méthodes :

On partage deux mandarines en deux et l'on immerge deux des moitiés dans un vase renfermant de l'éther : les deux autres moitiés sont placées dans mon *atmolyseur*.

Ce dernier se compose d'un vase de verre cylindrique V, hermétiquement fermé par un couvercle C de verre muni d'un bourrelet de caoutchouc et solidement fixé par des chevalets de cuivre à vis au moyen d'un cadre arrondi de bois dur, CV. CV. CV.

Dans l'intérieur est un entonnoir en verre très évasé E, placé sur un flacon F, destiné à recevoir le liquide *atmolysé;* de chaque côté sont des récipients RR destinés à contenir des liquides générateurs de *vapeurs atmolysantes*, simples ou conjugués. Un manomètre, *m*, indique la tension des vapeurs et un thermomètre, *t*, la température. Les tissus à *atmolyser* sont suspendus dans l'entonnoir, de façon à éviter le tassement et l'obstruction de la douille.

Dans le flacon d'éther renfermant les moitiés de mandarine, il se forme une couche inférieure aqueuse, colorée, amère et fortement aromatisée par l'essence des cellules de l'épicarpe dissoute par l'éther : c'est le liquide *œthérolysé;* au contraire, le liquide *atmolysé* est clair, incolore, sucré et ne contient pas d'essence, celle-ci n'ayant pas été chassée des cellules par les vapeurs d'éther employées comparativement à l'éther liquide.

On pourrait multiplier ces exemples.

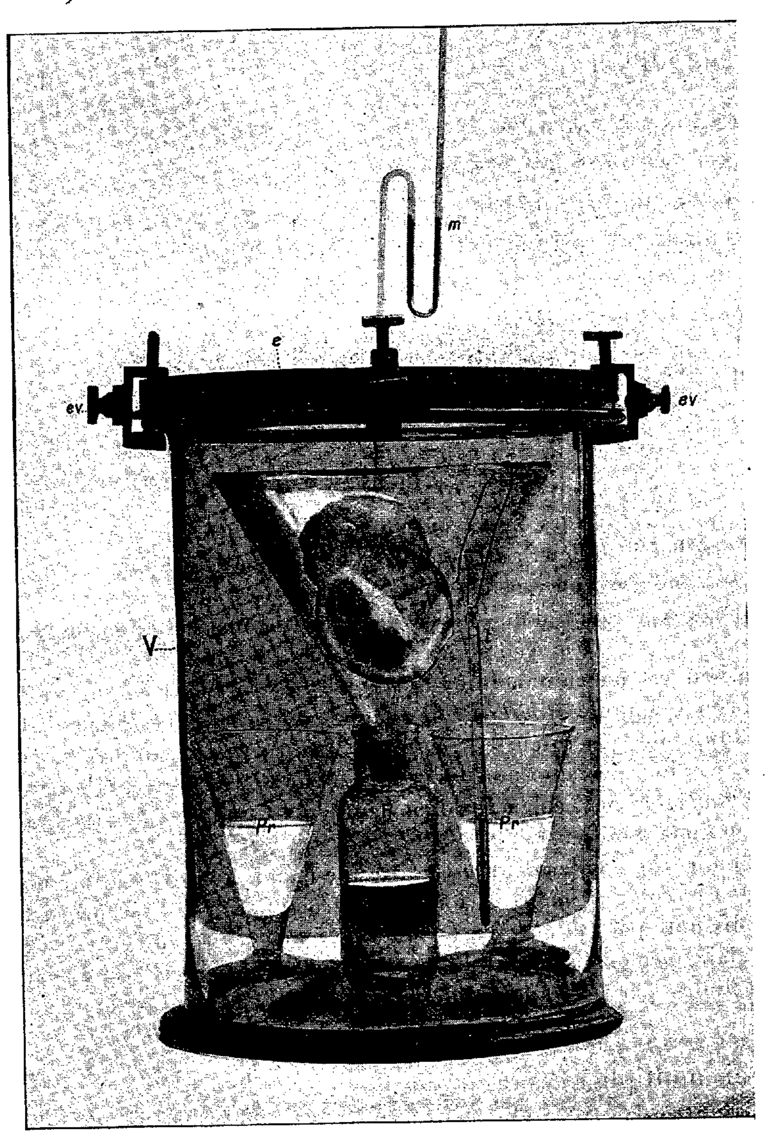
Les vapeurs atmolysantes chassent des tissus principalement l'eau ([3]), qui

([1]) *Comptes rendus*, 26 mai 1912.

([2]) *Comptes rendus du Congrès de l'A. F. A. S.*, 1906.

([3]) Voir *Fonction d'hydratation* (*Dictionnaire de Physiologie*, de Richet); Paris, Alcan, 1909.

entraîne avec elle surtout des cristalloïdes et parfois même des colloïdes, par exemple, des zymases telles que la luciférase (Dubois), le ferment hépatique (Dastre).



Les déplacements d'eau et de principes immédiats primitivement séparés dans la même cellule ou dans des cellules différentes peuvent donner naissance à des produits qui ne préexistaient pas à l'état normal et peuvent exercer une action toxique. C'est ce que j'ai montré en 1883 (*loc. cit.*) pour

les graines de moutarde et les feuilles de laurier-cerise atmolysées. Les expériences de Guignard [1], de Mirande [2], d'Heckel (de Marseille) [3], les observations de Demaussy, de Pougnet, de Moslisch, cités par Guérin [4], ne sont que la confirmation de mes expériences anciennes et aussi de l'identité de l'action du gel et de celle des anesthésiques généraux que j'ai, le premier, fait connaître. J'ai montré, en outre, que les vapeurs atmolysantes des anesthésiques généraux se fixent de préférence et s'accumulent par élection dans les parties riches en lipoïdes (jaune de l'œuf, semences végétales) [5]. Cette importante remarque est, en général, à tort, attribuée à M. Overton. L'atmolyse est un phénomène osmotique se produisant par des échanges entre des liquides aqueux et des vapeurs au travers d'un septum plus ou moins dense. Les vapeurs sont d'autant plus atmolysantes pour l'eau que la chaleur spécifique des liquides qui les fournissent est moins élevée, que leur poids atomique est plus considérable et que toutes les propriétés physiques qui varient dans le même sens sont plus accentuées.

Conclusions. — *L'atmolyse, que j'ai découverte, est le résultat de l'action osmotique exercée sur la substance organisée des tissus par les vapeurs de liquides anesthésiques. Elle ne doit pas être confondue avec l'œthérolyse, la plasmolyse, l'autolyse, etc. Elle constitue un procédé précieux d'analyse physiologique, physicochimique et aussi d'extraction de principes immédiats utilisables en thérapeutique.*

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie de l'Extrême Sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, spécialement des environs de Ghadamès.* Note [6] de M. **Léon Pervinquière**, présentée par M. H. Douvillé.

Au printemps dernier, j'ai eu l'honneur d'être attaché à la mission de délimitation de frontière entre la Tunisie et la Tripolitaine, ce qui m'a permis de pousser mes études jusqu'à Ghadamès. D'autre part, M. Hégly, ingénieur des Ponts et Chaussées, à Tunis, le capitaine Boué et M. Lemoigne

(1) *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.
(2) *Comptes rendus*, 12 juillet 1909.
(3) *Comptes rendus*, novembre 1909 et juillet 1910.
(4) *Rev. Sc.* du 24 décembre 1910.
(5) *Comptes rendus de la Soc. de Biol.*, 19 mai 1883, p. 376.
(6) Présentée dans la séance du 27 novembre 1911.

m'ont aimablement confié les fossiles ou roches recueillis par eux en Tripolitaine. Ce sont les résultats acquis de la sorte que je me propose d'exposer aujourd'hui.

La grande falaise crétacée, qui borde la Jeffara, est constituée par des marnes ou des grès, suivis de calcaires dolomitiques, alternant avec des marnes à fossiles cénomaniens. Elle est couronnée par une dalle de calcaire dolomitique roux, où je n'ai trouvé que quelques débris de Radiolites, mais son âge est fixé par sa position et par une Ammonite (*Mammites armatus* Perv.) que j'ai recueillie au Djebel Tbaga.

En Tripolitaine, la constitution de cette falaise a été décrite pour la première fois par Overweg. M. Hégly m'a remis quelques spécimens de Rudistes qu'on trouve en abondance sur le rocher qui forme le promontoire de l'ancien port de Leptis Magna, près de Homs. M. H. Douvillé, qui a eu l'obligeance de les examiner, y a reconnu une Caprinule très voisine des formes d'Alcantara, spécialement de *Caprinula Sharpei* Choffat, et un Radiolite rappelant *Præradiolites Ponsianus* d'Arch.; ce fossile a également des analogies avec *Radiolites Lefebvrei* Bayle. Bien que l'état des échantillons ne permette pas une détermination certaine, il n'est guère douteux qu'on se trouve en présence d'espèces du Turonien inférieur. Ces fossiles concordent bien avec ceux que Vinassa de Regny a rapportés de Msellata et qui ont été déterminés par Parona.

Cette crête turonienne, formant le bord du Dahar, supporte quelques témoins du Sénonien inférieur. Quand on s'avance dans le Sud (Chaab er Rtem) ou dans l'Ouest (Oued bel Khecheb, etc.), on rencontre les couches continues, recouvertes par des argiles verdâtres à *Alectryonia Nicaisei* Coq., qui correspondent au Campanien. Ces argiles sont surmontées par un ensemble de marnes à concrétions siliceuses et géodes de calcite, de calcaires, de calcaires dolomitiques à silex noirs, de grès à bois silicifiés ou de quartzites, formant le bord d'un immense plateau, entamé par de larges vallées sèches et se prolongeant jusqu'au delà de Ghadamès, où il prend le nom de Hammadat el Hamra. La faune de ces calcaires (Orbitoïdes, *Exogyra Matheroni* d'Orb., *Inoceramus regularis* d'Orb., *Pterodonta Meslei* Th. et P., *Voluta Baylei* Coq., etc.) permet de les attribuer au Maestrichtien.

Dans les environs de Ghadamès, j'ai recueilli en plusieurs points une faune maestrichtienne indiscutable. Ces couches sont donc un peu plus récentes que ne le pensait Vatonne.

Sur le bord méridional de la Sebkhat de Mzezzem, j'ai ramassé un bel exemplaire de *Libycoceras Ismaeli* Zittel et un Baculite fort usé, dont la section indique *Baculites*

anceps Lamk.; le sol est jonché d'innombrables *Inoceramus regularis* d'Orb., transformés en silex noirâtres. La plaine qui s'étend de Mzezzem à Ghadamès est parsemée de *gour* ayant en moyenne 40^m à 60^m de hauteur relative. Ces collines sont formées par des alternances de marnes magnésiennes, de gypse, de calcaires magnésiens et de dolomies jaunes ou rougeâtres, de quartzites, où les fossiles sont rares et généralement mal conservés. J'ai pu cependant rassembler des éléments caractéristiques. Au pied du Ras Ghadamsi, j'ai trouvé *Cytherea ovalis* Goldf. et, un peu plus haut, *Tapes fragilis* d'Orb. Les berges d'un petit oued, au sud de Tounine et de Sidi Maabed, m'ont livré une faune plus riche : *Hemiaster* cf. *H. Brahim* P. et G., *Arca Schwabenaui* Zitt., *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Aporrhais Fourneli* Coq., *Strombus parvulus* Krumb. A la Garet el Hamel, qui porte la 233e et dernière borne frontière (12^{km} Sud de Ghadamès), j'ai recueilli en outre : *Cucullæa Schweinfurthi* Quaas.

Cette *garat* est couronnée par une dalle de calcaire dolomitique à fossiles siliceux dont on observe également des débris à la Garat Temblili. J'en ai extrait une faune intéressante, comprenant bon nombre de types nouveaux (qui seront décrits prochainement), associés à des fossiles déjà connus : *Cardita Beaumonti* d'Arch., *Astarte trigonoides* Stol., *Cardium* cf. *C. pullatum* Stol., *Cytherea analoga* Forbes, *Eriphyla lenticularis* Goldf., *Turritella Forgemoli* Coq., *Pseudoliva ambigua* Binkh.

On reconnaît là des fossiles caractéristiques du Maestrichtien de Maestricht, d'Aix-la-Chapelle, d'Algérie, d'Égypte, de l'Inde. La faune a les plus grandes analogies avec celle des couches à *Exogyra Overwegi* de Buch, et il y a lieu de mettre les deux en parallèle, bien que l'abondance de *Cardita Beaumonti* et les affinités tertiaires de plusieurs Mollusques nouveaux inciteraient à en faire du Danien. La Hammadat el Hamra paraît donc entièrement formée par les niveaux les plus élevés du Crétacé. La mer maestrichtienne et peut-être la mer danienne se sont étendues de l'Inde, de la Perse et de l'Égypte sur le Sud de la Tripolitaine, de la Tunisie et de l'Algérie, ainsi que sur la majeure partie du Sahara. Ensuite eut lieu pour le Sahara une émersion définitive, de même que pour le Dahar tunisien et tripolitain. Actuellement, rien ne permet d'affirmer l'existence de l'Éocène en Tripolitaine.

La mer tertiaire a empiété seulement sur les côtes méditerranéennes. M. Lemoigne m'a remis deux grands Clypéastres, recueillis par lui à Ben Ghazi (Cyrénaïque), avec quelques moules de *Cardita*, *Venus*, des fragments de côtes d'*Halitherium* et de dents de Squales. Ces Clypéastres sont identiques à *Clypeaster acclivis* Pomel du Langhien ou Burdigalien d'Algérie. C'est la première fois, je pense, que ce terrain est signalé en Tripolitaine.

A 7^{km} ou 8^{km} N-N-O de Homs, M. Hégly a recueilli des blocs d'un calcaire gréseux, jaunâtre, contenant des *Pecten* qui rappellent à la fois *P. scabrellus* Lamk. et *P. opercularis* L. Vinassa de Regny a d'ailleurs

signalé dans la même région, près de Nagasa, des calcaires à *Lithothamnium* et à *Pecten opercularis* qu'il attribue au Pliocène et qu'il distingue des cordons littoraux quaternaires. Je suis donc porté à rattacher au Pliocène les calcaires observés par M. Hégly, d'autant que la carte dressée sous sa direction indique 147^m comme altitude de la colline où ils ont été constatés.

GÉOLOGIE. — *Sur la fenêtre de Méounes et de Garéoult (Var).* Note de M. **Émile Haug**, présentée par M. H. Douvillé.

Parmi les nombreuses énigmes que pose au géologue la tectonique de la Basse-Provence, l'une des plus déconcertantes est certainement l'interprétation de la bande triasique sinueuse, de largeur très variable, qui s'étend de Signes (feuille de Marseille) à Garéoult (feuille de Draguignan), en passant par Méounes et en coupant l'angle nord-ouest de la feuille de Toulon de la Carte géologique détaillée. Elle forme une dépression dominée par les montagnes jurassiques de la Roquebrussane, de Garéoult, de Néoules et de Belgentier et paraît, à première vue, appartenir à leur substratum normal; mais l'existence de *failles courbes*, que la Carte géologique figure sur presque tout son pourtour, ne permet pas de s'arrêter à cette solution. Aussi Marcel Bertrand était-il porté à envisager la bande triasique de Méounes comme un lambeau de recouvrement enfoui dans des synclinaux du Jurassique. Il avait constaté, en divers points, une inclinaison des terrains du pourtour vers le Trias, qui semblait venir à l'appui de cette manière de voir.

J'ai pu vérifier qu'en effet les terrains encaissants plongent en divers points (SW et SE de Méounes, SW de la Roquebrussane, NW de Garéoult) *vers* le Trias, mais j'ai constaté, d'autre part, qu'en réalité ils ne s'enfoncent nulle part *sous* le Trias. C'est au contraire le Trias qui souvent s'enfonce nettement sous le Jurassique, et cela aussi bien sur le bord septentrional que sur le bord méridional de la bande, de sorte qu'il est impossible d'envisager celle-ci comme une lame intercalée dans une série imbriquée.

Le Trias n'est qu'exceptionnellement en contact normal avec le Jurassique. Au lieu de l'Infralias, il supporte directement soit le Lias moyen, comme à Garéoult, soit le Bathonien, comme à Néoules et à Rocbaron, soit, plus souvent encore, le Jurassique supérieur (dolomies et calcaires

blancs). On pourrait songer à un simple étirement, affectant un ou plusieurs termes d'une série normale, si le Trias n'était parfois lui-même renversé, comme par exemple à la Roquebrussane, où les argiles du Trias supérieur sont séparées du Lias par des lambeaux de calcaires du Trias moyen. D'ailleurs le Trias se présente aux environs de Méounes en couches fortement redressées, quelquefois verticales, tandis que le Jurassique forme de grands plateaux, où les couches sont en général presque horizontales. Il semble dès lors qu'on est en droit de conclure que le Trias et le Jurassique de la région qui nous occupe appartiennent à deux nappes distinctes, dont les allures tectoniques sont bien différentes et dont les terrains constituants sont presque toujours discordants.

Cette interprétation se trouve confirmée par l'étude du substratum du Trias, visible en quelques points. Ici mes observations confirment en grande partie celles de Marcel Bertrand. Si les lambeaux d'Urgonien visibles entre Signes et Chibron ne peuvent, en aucune façon, être envisagés comme des affleurements d'une nappe inférieure apparaissant en fenêtre sous les dolomies jurassiques, il est incontestable qu'à l'est de Signes l'Urgonien et le Sénonien forment deux voûtes qui font saillie au milieu de déchirures de la nappe triasique, comme l'avait reconnu Marcel Bertrand pour l'une d'elles (1). De même, à la Roquebrussane, M. Zürcher a, depuis longtemps, décrit des lambeaux triasiques intercalés entre le Danien et les dolomies jurassiques.

Il existe donc, dans la région qui fait l'objet de cette Note, trois nappes superposées, complètement indépendantes l'une de l'autre, quoique probablement issues d'un même grand pli couché :

1° Une nappe inférieure, constituée par une série crétacée en repos normal;

2° Une nappe moyenne, formée de Trias fortement redressé et quelquefois renversé;

3° Une nappe supérieure, correspondant à une série jurassique tranquille, mais fortement étirée à la base.

---

(1) A 1^{km} environ à l'ouest de Méounes, j'ai eu la surprise de découvrir, au centre d'une voûte de calcaires triasiques, un affleurement de basalte. Le pointement d'une roche éruptive le plus rapproché se trouve à Rougiers, à environ 16^{km} de distance de Méounes. Ici, le basalte est en contact avec des argiles rouges, alternant avec des bancs d'argilolithes de même couleur et de dolomies. Je rapporte au Permien cet ensemble, dont l'analogue n'avait pas encore été signalé dans le nord du Var.

La bande triasique de Méounes doit être envisagée comme une fenêtre que l'érosion a découpée dans la nappe supérieure et qui laisse apparaître les deux nappes inférieures.

GÉOLOGIE. — *Comparaison entre les minerais de fer huroniens des États-Unis et les minerais de fer oolithique de France.* Note de M. L. Cayeux, présentée par le Prince Roland Bonaparte.

Entre les minerais de fer huroniens des États-Unis et les minerais oolithiques de notre pays, il existe maintes analogies de structure et de composition.

Rappelons d'abord que les *iron-bearing rocks* du Précambrien des États-Unis renfermaient à l'origine de nombreux restes organiques appartenant au groupe des *Crinoïdes* (1). C'est ce même groupe qui prend une part souvent prépondérante à la constitution des minerais de fer secondaires de France et qui abonde parfois dans les minerais paléozoïques.

En outre, quelques *iron-bearing rocks* sont oolithiques, et l'étude que j'ai faite de la formation ferrugineuse tout entière me porte à croire que les oolithes étaient beaucoup plus fréquentes à l'origine que de nos jours. C'est là une deuxième ressemblance fort importante avec les minerais de fer sédimentaires de notre pays. Il est vrai qu'au dire de plusieurs auteurs américains, C.-R. Van Hise, C.-K. Leith, J.-E. Spurr, etc., les oolithes des *iron-bearing rocks* sont des concrétions développées secondairement dans le dépôt, et bien différentes, en conséquence, de celles de nos minerais. Diverses raisons m'empêchent de souscrire à cette opinion. Notons d'abord le fait que la structure oolithique est invariablement originelle en France depuis l'Infracrétacé, jusqu'au Silurien compris. Qu'il n'en soit pas de même dans toute la série des minerais oolithiques sédimentaires, et en particulier, dans les *iron-bearing rocks* d'Amérique, cela est pour le moins invraisemblable *a priori*. Au surplus, j'ai observé dans les roches du district de Mesabi (Minnesota) des oolithes fragmentaires, des débris oolithiques remaniés, voire même des vestiges incorporés dans de nouvelles oolithes, en qualité de noyaux. Par là, il devient évident qu'on se trouve en présence de véritables oolithes, déposées sur le fond de la mer huronienne,

(1) L. Cayeux, *Existence de restes organiques dans les roches ferrugineuses associées aux minerais de fer huroniens des États-Unis* (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 910-912).

et non de concrétions développées au cours des métamorphoses successives du dépôt.

De mes recherches je crois pouvoir conclure qu'il existait, dans la région des grands lacs américains, au moins trois types de minerais huroniens, avant que leur structure première ne fût en grande partie effacée par des actions météoriques de longue durée : 1° des *minerais oolithiques ;* 2° des *minerais oolithiques et encrinitiques ;* 3° des *minerais exclusivement encrinitiques*. Ces trois catégories de roches se retrouvent dans la série sédimentaire primaire et secondaire de France.

La parenté des dépôts mis en parallèle serait on ne peut plus étroite, s'il était démontré que l'enchaînement des métamorphoses qu'ils ont subies, les uns et les autres, est identique dans ses grandes lignes. Nos connaissances sur ce point se réduisent à un nombre restreint de données.

On sait notamment que certaines *iron-bearing rocks* renferment de la sidérose, généralement en voie d'hématisation. On sait encore que ces roches contiennent souvent un minéral vert, la *greenalite* des géologues américains, qui semble y jouer le rôle de la *bavalite*, de la *berthiérine* et de la *chamosite* dans les minerais de France. Cette greenalite est une source d'oxyde de fer, au même titre que ces différentes chlorites, mais il n'est nullement démontré qu'elle dérive de la sidérose, comme la bavalite de nos minerais paléozoïques. Enfin, la présence de vestiges d'Encrines minéralisés, sinon celle des oolithes, et l'existence de quelques éléments calcaires nous entraînent à faire une place au carbonate de chaux dans la composition de la roche mère des *iron-bearing rocks* actuelles.

Les raisons ne manquent donc point pour rapprocher les minerais huroniens d'Amérique des minerais oolithiques de France. En dépit des dissemblances souvent profondes qui les séparent, les analogies l'emportent de beaucoup. Et ces analogies, à mon avis, plaident en faveur d'une origine commune. Quant aux différences, si profondes qu'elles soient, elles sont avant tout l'œuvre du temps et d'actions secondaires. Sous l'influence exclusive des agents météoriques, les *iron-bearing rocks* d'Amérique ont subi une silicification intense, et le fer, d'origine sédimentaire, s'est concentré, en puissants amas, au lieu de rester disséminés dans toute la masse des roches ferrugineuses comme en France.

En un mot, les dépôts ferrugineux du Précambrien d'Amérique représentent à mes yeux le terme le plus ancien d'une importante famille de roches, partout et toujours pareille à elle-même dès le principe, et développée à des niveaux très différents dans la série sédimentaire, depuis le Huronien jusqu'à l'époque crétacée.

En présence de tout ce qu'on sait aujourd'hui sur la période huronienne, c'est-à-dire sur la formation sédimentaire la plus ancienne, il est légitime de conclure qu'elle ne se distingue par aucun caractère essentiel de celle qui la suit immédiatement. Le monde organique est déjà très riche et différencié, la succession des sédiments extrêmement variée et les transformations complexes, dont ils ont été le siège, conformes en tous points à celles qui affectent les dépôts plus récents.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur une Carte bathy-lithologique de la côte du golfe du Lion entre les Saintes-Maries et Palavas et du cap de Creus à Canet.* Note [1] de M. J. **Thoulet**.

J'ai pu achever cette année, en suite des trois déjà terminées, deux nouvelles feuilles de la Carte bathy-lithologique du golfe du Lion, celle de Palavas aux Saintes-Maries (feuille 5150 de la Marine) et celle du cap de Creus à Canet (feuille 1218).

Les méthodes de récolte et d'analyse des échantillons ont été déjà décrites. La récolte a été faite à bord des vapeurs *Vanneau* de Port-de-Bouc, appartenant au service des pêches, et *Roland* très obligeamment mis à ma disposition par le laboratoire Arago de Banyuls. Les analyses mécanique, chimique et microminéralogique ont été effectuées à Nancy.

La première feuille comprend l'embouchure du Petit-Rhône et tout le golfe d'Aigues-Mortes; elle contient 124 sondages et sa densité est de 0,77. Les isobathes suivent assez régulièrement les contours de la terre tout en se resserrant, surtout de Faraman à l'embouchure du Rhône, sur le talus de déjection sous-marine du fleuve dont la pente s'adoucit en aval du courant côtier.

Au point de vue lithologique, on observe, sur le sol sous-marin, une prédominance de vases qui, devant les Saintes-Maries, apparaissent à l'embouchure du Petit-Rhône à moins de 1 mille de terre, puis, vers l'Ouest, s'éloignent de la côte jusqu'à près de 4 milles de distance et s'en rapprochent ensuite de nouveau à 1 mille devant l'Espiguette. Elles occupent tout le milieu du golfe d'Aigues-Mortes, tandis que les sables, les sables vaseux, vases très sableuses et vases sableuses, au large de Palavas, projettent une énorme pointe dans la direction du Nord-Est. Entre

[1] Reçue dans la séance du 20 novembre 1911.

Palavas et le Grau-du-Roi, s'étend une bande de roches qui sont en réalité des mattes dont j'ai déjà expliqué la genèse et dont les débris jonchent la plage de Palavas.

Les coquilles les plus communes sont des turritelles qui se trouvent dans la vase sableuse et à l'extrême bord de la vase proprement dite. Sur la pointe de Palavas, les coquilles abondent, mais elles ne se rencontrent pas dans la vase et ne sont jamais mélangées à du gravier. On ne voit d'herbiers que devant l'Espiguette sur une très petite étendue.

La feuille 1218 avec 120 sondages et une densité de 0,88 est particulièrement intéressante. Les isobathes, parallèles à la côte jusque vers Collioures, s'en rapprochent entre cette dernière ville et le cap de Creus. En même temps, les divers sédiments, d'abord régulièrement disposés parallèlement à la côte, deviennent assez irréguliers dès qu'ils bordent les régions montagneuses. Au centre, en forme de bassin et constituant un amas dirigé du Nord au Sud, sur 7 milles de long et 3 milles de large, la vase est entourée de dépôts de plus en plus sableux. Ailleurs que sur cette vase correspondant à un vaste remous du courant, le sol est partout recouvert de coquilles entières et brisées, de gravier et de pierres, en général au voisinage de la terre. Vers l'Est, les formations sableuses sont l'amorce de la Planasse, banc allongé qui s'étend jusque par delà Marseille et qui, à en juger par les rechs découverts par M. Pruvot, serait peut-être la côte du continent effondré sous la mer à l'époque tertiaire. Les environs du cap de Creus montrent d'une manière frappante les effets du courant méditerranéen qui coule avec toute sa force contre le pied des Pyrénées avant de les contourner et de continuer sa route vers le détroit de Gibraltar.

La répartition du calcaire affecte la disposition en gerbe caractéristique de la sédimentation des apports fluviaux saisis par un courant côtier. Alors que la teneur en carbonate de chaux de tous les échantillons des feuilles d'Aigues-Mortes, de Cette et d'Agde est uniformément de 30 pour 100 environ, à partir de la Clappe apparaissent contre le rivage des sédiments à 25 pour 100 et, plus en aval encore, des sédiments à moins de 5 pour 100. Il en résulte que, devant Argelès, on trouve, du rivage vers le large, une succession régulière de sols avec une teneur en calcaire croissant de moins de 5 pour 100 à 25 pour 100.

MÉTÉOROLOGIE ET PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre du* 16 *novembre*. Note de M. E. **Rothé**, présentée par M. E. Bouty.

Le tremblement de terre du 16 novembre dernier a été ressenti à Nancy d'une façon intense. D'après la plupart des observateurs de la région, la secousse a été accompagnée d'un grondement que plusieurs attribuèrent d'abord à une bourrasque.

Me trouvant à mon laboratoire au moment du phénomène, j'en ai moi-même été témoin; en sortant dans la cour, j'ai pu m'assurer que l'atmosphère était calme.

Un baromètre de gravité (grand modèle Richard), installé depuis quelques semaines dans mon laboratoire, a enregistré nettement la secousse. On sait que cet instrument indique les secousses sismiques par comparaison avec un baromètre ordinaire à ressort. Cet instrument est installé sur un pilier faisant corps avec la voûte indépendante du plancher : l'amplification en usage le 16 novembre correspondait à la plus petite des sensibilités (5^{mm} pour 1^{mm} de mercure); le déplacement de la feuille de l'enregistreur était d'environ 6^{mm} par heure.

Dans ces conditions, l'aiguille a marqué entre $9^h 25^m$ et $9^h 30^m$ un trait de 13^{mm} de longueur. Dans sa Note du 20 novembre dernier, M. Angot indique qu'un baromètre de modèle identique, installé au Bureau central, a marqué un trait vertical de 2^{mm}, environ 7 fois moins long. La comparaison des deux indications permet donc de se rendre compte de la diminution de la secousse entre Nancy et Paris.

C'est à ce titre que cette observation me paraît présenter quelque intérêt.

Il faut remonter à 1855 pour retrouver à Nancy un tremblement de terre aussi important.

La secousse a été suffisamment forte pour qu'à Nancy même et aux environs, les suspensions, les lampes électriques aient oscillé et que dans plusieurs localités des objets divers aient été renversés.

M. **Guépin** adresse une Note intitulée : *Bactériologie clinique des prostatites aiguës et subaiguës*.

(Renvoi à l'examen de M. Guyon.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 novembre 1911. (Suite.)

Instituto geológico de México. Boletin nº 28 : *Las aguas subterráneas en el borde meridional de la Cuenta de México*, por el Ing. Juan-D. Villarello. Informe sobre las aguas del Rio de la Magdalena presentado al Ministerio de Fomento por el Profesor Juan-S. Agraz. México, imp. y fototip. de la Secretaría de Fomento; 1 fasc. in-4°.

La molécule cyclique, une nouvelle hypothèse sur le benzène, par Anibal Chacón. Montevideo, Juan-J. Dornaleche, 1911; 1 fasc. in-12.

Les maladies aiguës et chroniques, leur traitement, par Constantin-D. Kyriakopoulos. Athènes, A. Petrakoy, 1911; 1 fasc. in-8°. [En langue grecque.]

Bulletin du jardin botanique de Buitenzorg; 2e série, nº 1. Buitenzorg, Imprimerie du Département, 1911; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the American philosophical Society, held at Philadelphia for promoting useful knowledge; t. L, july-august, 1911. Philadelphie, 1911; 1 fasc. in-8°.

Transactions of the American philosophical Society; new series, t. XXII, part I. Philadelphie, 1911; 1 fasc. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 novembre 1911.

Gesammelte Werke, Walther Ritz; Œuvres publiées par la Société suisse de Physique. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Poincaré.)

Commission internationale de l'Enseignement mathématique. Sous-Commission française. Rapports : Vol. I : *Enseignement primaire*, par M. Ch. Bioche. — Vol. II : *Enseignement secondaire*, par M. Ch. Bioche. — Vol. III : *Enseignement supérieur*, par M. Albert de Saint-Germain. — Vol. IV : *Enseignement technique*, par M. P. Rollet. — Vol. V : *Enseignement des jeunes filles*, par Mlle Amieux. Paris, Hachette et Cie, 1911; 5 fasc. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Résultats des observations météorologiques faites à l'Observatoire central de l'Indo-Chine. — Climat du delta du Tonkin, par G. LE CADET, Directeur. Phu-Lien, Observatoire central, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. J. Violle.)

Mission GRUVEL *sur la Côte occidentale d'Afrique*, 1909-1910 : *Résultats scientifiques et économiques.* (Extr. des *Annales de l'Institut océanographique;* t. III, fasc. 4.) Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

Notice sur les travaux scientifiques de M. ALBERT COLSON. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Notice complémentaire sur les travaux scientifiques de M. ALBERT COLSON. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-4°.

Sur la particule dissoute, par M. ALBERT COLSON. (Extr. du *Journal de Physique*, livraison de septembre 1911.) Tours, Deslis frères et Cie, 1911; 1 fasc. in-8°.

Paris maritime, par L. MIRINNY. Paris, Ph. Marquet, 1911; 1 fasc. in-12.

Erupción volcánica del Chinyero (Tenerife) en noviembre de 1911, por LUCAS FERNANDEZ NAVARRO. (*Anales de la Junta para ampliación de estudios e investigaciones cientificas*, t. V. Mem. 1.) Madrid, 1911; 1 fasc. in-8°.

Soil erosion, by W.-J. MC GEE. (U. S. Department of Agriculture. Bureau of Soils. *Bull.* n° 71.) Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

House flies, by L.-O. HOWARD. (U. S. Department of Agriculture. *Farmers' Bulletin* 459.) Washington, 1911; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the United States national Museum; t. XXXVIII. Washington, 1911; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 NOVEMBRE 1911.

Service géographique de l'Armée. Publications de l'année 1911 :

FRANCE au 50000e en couleurs : *Delle. — Mirecourt. — Bruyères. — Belfort. — Remiremont. — Rambervillers. — Ballon d'Alsace.*

FRANCE au 200000e : *Châlons. — Mézières. — Paris. — Amiens.*

ALGÉRIE au 50000e : nos 118 et 329.

Environs de Biskra, au 100000e, en couleurs.

TUNISIE au 50000e : nos 25 et 32.

TUNISIE au 100000e : n° 60.

Environs de Gabès, au 50000e, en couleurs.

MAROC au 500000e : *Oued-Noun. — Marrakech.*

20 feuilles in-plano.

Science et Philosophie, par JULES TANNERY; avec une Notice, par ÉMILE BOREL. Paris, Félix Alcan, 1912; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Darboux.)

EMANUEL SWEDENBORG. *Opera quœdam aut inedita aut obsoleta* « de Rebus naturalibus », nunc edita sub auspiciis Regiæ Academiæ Scientiarum Suecicæ. III. *Miscellanea de Rebus naturalibus.* Stockholm, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 DÉCEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse ampliation du Décret portant approbation de l'élection que l'Académie a faite de M. *Ch. Moureu* pour occuper, dans la Section de Chimie, la place vacante par le décès de M. *L. Troost*.

Il est donné lecture de ce Décret.

BOTANIQUE. — *Lépidariacées, famille nouvelle d'Inovulées.* Note de M. **Ph. van Tieghem.**

Jusqu'à ces derniers temps, toutes les Inovulées de l'ordre des Loranthinées qui ont l'ovaire pluriloculaire à placentation axile et la corolle gamopétale étaient réunies dans une seule et même famille, les Élytranthacées. C'est seulement l'année dernière que j'en ai retiré toutes celles qui se distinguent des autres parce que l'inflorescence, au lieu d'être nue comme partout ailleurs, est enveloppée d'écailles stériles, appliquées et imbriquées, qui lui forment un involucre, pour en faire, à côté des Élytranthacées dans l'alliance des Élytranthales, une famille autonome, ayant pour type le genre *Lepidaria* et nommée en conséquence *Lépidariacées* (1). Par son inflorescence involucrée, cette famille nouvelle offre le plus haut degré de

(1) Ph. van Tieghem, *Classification nouvelle du groupe des Inovulées* (*Comptes rendus*, t. 150, p. 1715, séance du 27 juin 1910).

la complication florale et par conséquent occupe le sommet non seulement de l'alliance de Élytranthales et de l'ordre des Loranthinées, mais encore de toute la sous-classe des Inovulées.

A l'origine, les espèces qui la composent étaient réparties, d'après la conformation de l'inflorescence, en trois genres : *Lepidaria*, où les fleurs sont solitaires et où l'inflorescence totale est un capitule simple; *Stegastrum*, où les fleurs sont groupées en capitules triflores et où l'inflorescence totale est un capitule de capitellules, c'est-à-dire un capitule composé ; *Lepostegeres*, où les fleurs sont groupées en cymes triflores et où l'inflorescence totale est un capitule de cymules bipares. Les deux premiers ont été distingués par moi en 1895, en même temps que le troisième, découvert par Blume dès 1830, mais non admis par les auteurs récents, était défini avec plus de précision et rétabli (¹).

Une analyse plus approfondie de l'inflorescence de ces trois genres m'a conduit récemment à les subdiviser et à considérer désormais comme autant de tribus les trois groupes ainsi obtenus.

Dans le genre *Lepidaria*, certaines espèces, comme le *L. bicarenata*, par exemple, ont les écailles de l'involucre imbriquées en une série continue, les inférieures stériles, les supérieures, au nombre de plus de deux paires, fertiles avec une fleur sessile munie de deux longues bractées latérales. Elles constitueront seules désormais le genre *Lepidaria* restreint.

D'autres espèces, comme le *L. vaginata*, par exemple, ont le même involucre continu, mais les écailles des deux dernières paires sont seules fertiles avec une fleur sessile pourvue de deux bractées latérales, de manière que le capitule ne compte que quatre fleurs. Elles forment le genre nouveau *Lepidella*.

D'autres encore ont les écailles de l'involucre disposées en deux groupes, séparés par un entre-nœud en forme de toupie. Celles du groupe inférieur sont toutes stériles; celles du groupe supérieur le sont aussi, à l'exception des deux dernières paires ou de la dernière paire seulement. Dans le premier cas, l'involucre renferme quatre fleurs, comme dans les *Lepidella* : c'est le genre *Chorilepis*, qui a pour type le *Ch. quadriflora*. Dans le second cas, l'involucre ne contient que deux fleurs : c'est le genre *Chorilepidella*, dont le type est le *Ch. biflora*.

L'ancien genre *Lepidaria* se trouve de la sorte partagé en quatre genres,

---

(¹) PH. VAN TIEGHEM, *Sur le groupement des espèces en genres dans la tribu des Élytranthées de la famille des Loranthacées* (*Bull. de la Soc. bot.*, 28 juin 1895).

qui forment ensemble une première tribu, les *Lépidariées*, caractérisée par les fleurs solitaires à l'aisselle des écailles, accompagnées chacune de deux bractées latérales stériles, ce qui rend l'inflorescence totale un capitule simple.

Dans le genre *Stegastrum*, certaines espèces, comme le *St. Beccarii*, par exemple, ont les écailles de l'involucre disposées en une série continue, où les deux dernières paires sont fertiles. Elles constitueront seules désormais le genre *Stegastrum* restreint.

D'autres ont les écailles disposées en deux groupes, séparés par un gros entre-nœud. Celles du groupe inférieur sont toutes stériles ; celles du groupe supérieur le sont aussi, à l'exception de celles des deux dernières paires, qui produisent chacune un capitellule triflore. Elles forment le genre nouveau *Choristega*, qui a pour type le *Ch. bahajensis* (1).

L'ancien genre *Stegastrum* se trouve ainsi partagé en deux genres, qui composent ensemble une seconde tribu, les *Stégastrées*, caractérisée par les fleurs disposées à l'aisselle de chaque écaille fertile en un capitellule triflore, ce qui rend l'inflorescence totale un capitule composé. Les *Stegastrum* y correspondent aux *Lepidella* de la première tribu, les *Choristega* aux *Chorilepis*.

Dans le genre *Lepostegeres*, certaines espèces, comme le *L. gemmiflorus*, par exemple, ont les écailles de l'involucre disposées en une série continue, où les deux dernières paires sont fertiles. Elles constitueront seules désormais le genre *Lepostegeres* restreint.

D'autres, comme le *L. centiflorus*, par exemple, ont les écailles disposées en deux groupes, séparés par un gros entre-nœud en toupie, les écailles des deux dernières paires du groupe supérieur étant seules fertiles. Elles forment le genre nouveau *Choristegeres*.

L'ancien genre *Lepostegeres* se trouve de la sorte divisé en deux genres, qui forment ensemble une troisième tribu, les *Lépostégérées*, caractérisée par les fleurs disposées à l'aisselle de chaque écaille fertile en une cyme triflore, ce qui fait de l'inflorescence totale un capitule de cymules bipares. Les *Lepostegeres* y correspondent aux *Lepidella* de la première tribu et aux

(1) Dans mon travail de 1895, j'ai déjà fait intervenir la disposition des écailles de l'involucre pour diviser le genre *Lepidaria* en deux sections : *Eulepidaria* avec une série, *Chorilepidaria* avec deux séries, et le genre *Stegastrum* également en deux sections : *Eustegastrum* avec une série, *Choristegastrum* avec deux séries. On ne fait donc ici que rehausser la valeur relative de ce caractère, depuis longtemps reconnu.

Stegastrum de la seconde, les *Choristegeres* aux *Chorilepis* de la première et aux *Choristega* de la seconde.

Le Tableau suivant résume la composition actuelle de la famille, avec ses huit genres, dont cinq sont ici nouveaux, groupés en trois tribus :

LÉPIDARIACÉES. — Fleurs	solitaires. LÉPIDARIÉES. Écailles	en une série.	Plus de deux paires fertiles. *Lepidaria.*
			Les deux dernières paires fertiles. *Lepidella.*
		en deux séries.	Les deux dernières paires fertiles. *Chorilepis.*
			La dernière paire seule fertile. *Chorilepidella.*
	en capitellules. STÉGASTRÉES. Écailles	en une série.	Les deux dernières paires fertiles. *Stegastrum.*
		en deux séries.	Les deux dernières paires fertiles. *Choristega.*
	en cymules. LÉPOSTÉGÉRÉES. Écailles	en une série.	Les deux dernières paires fertiles. *Lepostegeres.*
		en deux séries.	Les deux dernières paires fertiles. *Choristegeres.*

Reprenons maintenant chacun des huit genres ainsi définis pour en énumérer les espèces, telles qu'elles sont actuellement connues.

1. *Lépidariées.* — Le genre *Lepidaria* restreint continue à avoir pour type le *L. bicarenata* v. T. de Bornéo, décrit en 1895 et dont j'ai trouvé récemment, dans l'Herbier de Buitenzorg, un autre exemplaire, récolté à Sumatra par Koorders (n° 22326). Il faut y joindre le *L. macrophylla* v. T., distingué aussi en 1895.

Le genre nouveau *Lepidella* a pour type le *Lepidaria vaginata* v. T. de 1895, qui devient aujourd'hui le *Lepidella vaginata* v. T. Il faut y ajouter deux espèces nouvelles, que j'ai pu étudier récemment dans l'Herbier de Buitenzorg. La première, rapportée de Bornéo par Teysmann (n° 8213), a la tige côtelée et les capitules axillaires en pyramide quadrangulaire : ce sera le *L. pyramidata* v. T. La seconde, récoltée à Bornéo par Jaheri (sans numéro), a la tige lisse et les capitules terminaux, ce qui rend la ramification dichotomique : ce sera le *L. dichotoma* v. T. A ces trois espèces il faut joindre celle que M. Stapf a décrite en 1894 sous le nom de *Loranthus sabaensis* et qui devient le *Lepidella sabaensis* (Stapf) v. T.

Le genre nouveau *Chorilepis* a pour type le *Lepidaria quadriflora* v. T. de 1895, qui devient le *Ch. quadriflora* v. T. Il faut y rattacher le *Loranthus Kingii* et le *Loranthus Forbesii* de M. King, que j'ai rapportés tous deux en 1895 au genre *Lepidaria* et qui deviennent respectivement le *Ch. Kingii* (Scortechini) v. T. et le *Ch. Forbesii* (King) v. T.

Le genre nouveau *Chorilepidella* a pour type le *Lepidaria biflora* v. T. de 1895, qui sera désormais le *Ch. biflora* v. T. C'est le seul représentant actuellement connu de ce genre.

En somme, la tribu des Lépidariées comprend, pour le moment, dans ses quatre genres, dix espèces, dont deux sont ici nouvelles.

2. *Stégastrées.* — Le genre *Stegastrum* restreint a pour type le *St. Beccarii* (King) v. T. de 1895, auquel il faut joindre le *St. lancifolium* v. T. distingué dans le même travail.

Le genre nouveau *Choristega* a pour type le *Loranthus bahajensis* de Korthals, que

j'ai rapporté en 1895 au genre *Stegastrum*, sous le nom de *St. bahajense*. Ce sera désormais le *Ch. bahajensis* (Korthals) v. T. Il y faut ajouter le *St. alveolatum* v. T. de 1895, qui devient le *Ch. alveolata* v. T.

La tribu des Stégastrées renferme donc actuellement quatre espèces dans ses deux genres.

3. *Lépostégérées*. — Le genre ancien *Lepostegeres* a pour type le *L. gemmiflorus* de Java, décrit par Blume dès 1830, dont j'ai précisé les caractères en 1895, et qui en est resté jusqu'à ces derniers temps le seul représentant. J'en ai découvert récemment, dans l'Herbier de Buitenzorg, une seconde espèce, récoltée à Bornéo par Teysmann (n° 8086 et n° 8204), qui sera le *L. Teysmanni* v. T. Elle diffère nettement du type, en particulier par ses feuilles plus grandes, à limbe ovale allongé, atténué au sommet, mesurant 15^{cm} de long sur 6^{cm} de large.

Le genre nouveau *Choristegeres* a pour type, et jusqu'ici pour unique représentant, l'espèce que M. Stapf a décrite en 1894 sous le nom de *Loranthus centiflorus* et qui sera désormais le *Ch. centiflorus* (Stapf) v. T. Ici, les rameaux sont cylindriques et non quadrangulaires comme dans le genre précédent. Les fleurs du capitule sont très nombreuses, 50 et plus, tandis qu'elles se réduisent à 18 ou 20 dans les *Lepostegeres*. En outre, la triade possède, au sommet de chaque pédicelle latéral, sous l'ovaire, une bractéole, qui avorte complètement chez les *Lepostegeres*.

La tribu des Lépostégérées compte donc aujourd'hui, dans ses deux genres, trois espèces, dont une est ici nouvelle.

Pour terminer, remarquons que chez toutes les espèces où les fleurs sont en triades, c'est-à-dire chez toutes les Stégastrées et chez toutes les Lépostégérées, outre les quatre triades périphériques, axillaires des deux dernières paires d'écailles, le plateau du capitule porte un plus ou moins grand nombre de triades centrales, dont les bractées mères, ainsi que les bractéoles latérales, demeurent très petites, comme dans le *Stegastrum lancifolium*, ou avortent complètement, comme dans le *Choristega alveolata*. Le nombre des fleurs y est donc toujours supérieur à 12. Il n'y a, par exemple, que deux triades centrales, avec 18 fleurs en tout, dans le *Choristega alveolata* et dans le *Lepostegeres gemmiflorus*, tandis qu'il y en a quatre, avec 24 fleurs en tout, dans le *Stegastrum Beccarii*, et au moins douze, avec 48 fleurs en tout, dans le *Choristegeres centiflorus*.

En somme, telle qu'on vient de la constituer, la famille des Lépidariacées comprend aujourd'hui trois tribus, huit genres, dont cinq nouveaux et dix-sept espèces, dont trois nouvelles. Toutes ces remarquables plantes, auxquelles leurs grands capitules vivement colorés donnent souvent une éclatante beauté, habitent les diverses régions de la Malaisie (Java, Sumatra, Bornéo, Célèbes, Luzon, Péninsule malaise). Bien qu'abondamment pourvues de chlorophylle, elles y croissent en parasites sur la tige des arbres, comme fait chez nous notre modeste Gui.

PHYSIQUE. — *Mesures de potentiels explosifs entre* 20000 *volts et* 300000 *volts.* Note de MM. P. **Villard** et H. **Abraham**.

Dispositif expérimental. — Nous nous sommes servis pour ces mesures de la grande machine à 20 plateaux, construite grâce à la subvention de l'Académie (¹). Des capacités diverses, pouvant varier de $\frac{1}{10000}$ à $\frac{2}{100}$ de microfarad, pouvaient être adjointes à la machine pour en régulariser le potentiel. Nous avons constaté que ces capacités étaient sans influence appréciable sur la longueur des étincelles.

L'appareil servant à la mesure des potentiels était un électromètre absolu dont le plateau fixe et l'anneau de garde avaient, l'un et l'autre, 80^cm de diamètre. On avait abaissé le centre de gravité du fléau portant le plateau mobile assez pour que la balance fût stable dans toutes les expériences. Les mouvements de ce fléau étaient observés par la méthode de Poggendorff.

Les étincelles étaient produites entre des électrodes fixées à l'extrémité de deux longues tiges horizontales portées par des colonnes de verre de 60^cm de hauteur. L'ensemble était installé sur un banc d'optique auquel on avait adapté un mouvement de machine à diviser pour mesurer micrométriquement l'écartement des électrodes.

Marche d'une expérience. — Chaque détermination se faisait successivement par les deux méthodes suivantes :

1° La machine étant en marche en régime permanent, et le voltage étant maintenu constant au millième près par la manœuvre d'une fuite auxiliaire, on rapprochait lentement les électrodes jusqu'à obtenir l'étincelle.

2° On cherchait par tâtonnements à quelle distance il fallait placer les électrodes pour que, en laissant le potentiel s'élever *très lentement*, l'étincelle éclatât au moment précis où la différence de potentiel atteignait une valeur choisie à l'avance. Ces deux méthodes ont donné des résultats parfaitement concordants.

Il convient dans ces expériences d'éviter absolument toute production d'aigrette parasite, positive ou négative, dans le voisinage des électrodes. Il est en outre indispensable qu'aucun objet, conducteur ou non, ne se trouve placé à proximité de l'éclateur.

Résultats. — Pour une longueur donnée de l'étincelle, la différence de potentiel explosive peut varier beaucoup, surtout aux hauts voltages, suivant l'écart qui existe entre le potentiel du sol et celui de l'une ou l'autre des électrodes. Voici un exemple de ces variations, dans lequel les comparaisons sont faites pour une même différence de potentiel :

(¹) *Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1813.

Électrodes sphériques de 5^{cm} *de diamètre* (Différence de potentiel : 140000 volts).

	Potentiels symétriques.	Positif au sol.	Négatif au sol.
Longueurs d'étincelles.........	8^{cm}	vers 13^{cm}	vers 22^{cm}

Nous nous contenterons donc de donner ici un Tableau des mesures faites en appliquant aux électrodes des potentiels sensiblement égaux et de signes contraires ([1]). Les potentiels explosifs qui figurent dans le Tableau ci-dessous, au moins pour les mesures faites avec les électrodes sphériques un peu grosses dont il s'agit, nous paraissent être les potentiels d'aigrette sur courant nul et non pas les potentiels explosifs, plus élevés, sur courants relativement intenses avec lueur anodique, observés autrefois par Faraday et sur lesquels nous avons déjà attiré l'attention ([2]).

Éclateur symétrique (électrodes identiques).

$T = 15^{\circ}$, $H = 76^{cm}$.

Distances explosives en millimètres.

Volts.	Pointes.	Électrodes sphériques. $d = 5^{cm}$.	$d = 10^{cm}$.	$d = 30^{cm}$.	Plateaux bombés. $d = 80^{cm}$. $f = 5^{cm}$.	Plans indéfinis par extrapolation (*loi linéaire limite*).
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20000	16,5	5,8	5,9	6,0	6,0	6,0
30000	29,5	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5
40000	45,5	13,0	13,0	13,3	13,5	13,7
60000	125,0	20,7	20,6	20,7	21,0	21,4
80000	165,0	30,0	28,3	28,2	28,6	29,1
100000	220,0	45,0	36,4	35,7	36,3	36,8
120000	250,0	62,0	45,1	43,3	43,9	44,5
160000	»	135,0	67,0	59,2	59,5	59,9
200000	»	262,0	97,0	75,3	75,3	75,3
240000	480,0	440,0	»	93,0	91,0	90,7
280000	560,0	»	»	113,0	109,0	106,1
300000	600,0	530,0	360,0	126,0	119,0	113,8

([1]) On a proposé une règle dite des *champs semblables*, d'après laquelle, si l'on remplaçait des électrodes sphériques égales par des sphères n fois plus grosses placées à une distance n fois plus grande, le potentiel explosif deviendrait aussi n fois plus grand. L'examen des nombres donnés dans le Tableau ci-dessus montre que cette règle des champs semblables n'est qu'assez grossièrement approchée; son application pouvant conduire à des erreurs de plus de 10 pour 100 sur les valeurs des potentiels explosifs.

([2]) *Comptes rendus*, t. 150, 1910, p. 1286, et t. 151, 1910, p. 269.

Loi linéaire limite. — Au fur et à mesure qu'on augmente le diamètre des électrodes, la courbe des potentiels explosifs se rapproche de plus en plus d'une droite, du moins pour les potentiels supérieurs à 30000 volts. Pour des sphères de 30^{cm} de diamètre et jusqu'à 250000 volts, l'écart avec la ligne droite, quoique certain, ne dépasse pas beaucoup les erreurs d'expérience. Pour un diamètre plus grand, il devient plus sûr de suivre les déformations de la courbe, non par des mesures absolues, mais par des comparaisons directes faites au moyen de deux éclateurs en parallèle : c'est ainsi que nous avons établi que la courbe relative à de larges plateaux bombés est encore plus voisine d'une droite que celle relative à nos plus grosses électrodes sphériques.

En laissant donc de côté les bas voltages pour lesquels la courbe représentative s'incurve en se dirigeant vers l'origine, une extrapolation légitime nous permettra d'énoncer la loi suivante :

Entre électrodes planes indéfinies, et au-dessus de 30000 volts, *le potentiel explosif est une fonction linéaire de la distance des électrodes.*

Pour un écartement de x centimètres, la formule

$$V = 5200 + 26200\,x$$

donne en volts, à moins de 1 pour 100 près, ce potentiel explosif limite entre 30000 volts et 300000 volts.

Rigidité électrostatique limite de l'air. — Ainsi qu'on le voit par la formule précédente, il résulte donc de nos expériences que pour allonger de 1^{cm} une étincelle un peu longue éclatant à l'air libre dans un champ uniforme, il faut élever de 26200 volts la différence de potentiel qui existe entre les électrodes.

Cette constante caractéristique, **26200 volts par centimètre**, est donc la rigidité électrostatique limite de l'air à 15° et sous une pression de 76^{cm}, pour des potentiels très élevés, alors qu'il n'y a plus d'action perturbatrice notable des électrodes.

Pour de plus bas voltages, il y aurait lieu de tenir compte de la forme que prend la courbe des potentiels explosifs depuis l'origine jusqu'à son raccordement asymptotique avec la droite limite. En faisant la figure, on voit immédiatement que la rigidité électrostatique moyenne augmente notablement quand le voltage baisse. Nous n'avons pas exploré cette région des potentiels, qui a déjà été étudiée par de nombreux auteurs, et récemment encore par M. Bouty dans ses travaux sur la cohésion diélectrique des gaz.

Entre-croisement des courbes; règles pratiques. — Baille a observé que pour un voltage donné, et entre sphères égales, la longueur d'étincelle passe par un minimum pour une valeur particulière du rayon des électrodes, valeur qui croît avec le potentiel explosif. Nous pouvons généraliser ce même fait en disant que si l'on a tracé une courbe de potentiels explosifs entre sphères égales, et si l'on vient à augmenter le diamètre des sphères, la nouvelle courbe représentative se place d'abord un peu au-dessus de la précédente, puis elle la traverse et s'en écarte ensuite de plus en plus. Nous avons vérifié que tous les entre-croisements des courbes se font de la même manière, jusqu'aux plus hauts potentiels, et même pour des électrodes à courbure peu accentuée. C'est ainsi qu'à 100 000 volts, entre de larges plateaux légèrement bombés, la distance explosive est plus grande de $0^{mm},6$ qu'entre sphères de 30^{cm} de diamètre, alors qu'à 300 000 volts, l'écart qui a changé de signe atteint 7^{mm}.

L'examen des courbes montre que la zone de leurs entre-croisements se réduit à une bande étroite du plan, située le long et au-dessus de la ligne droite limite qui correspond aux plans indéfinis; et l'on constate en outre que chaque courbe sort de cette zone pour une longueur d'étincelle un peu inférieure au rayon des sphères.

Il résulte de tout ceci que, pour des mesures sommaires ne demandant qu'une précision de quelques centièmes, on peut appliquer la règle pratique suivante :

Entre électrodes sphériques égales portées à des potentiels symétriques, et pour des longueurs d'étincelles inférieures au rayon des sphères, le potentiel explosif est sensiblement indépendant de ce rayon des électrodes, et il est représenté, en volts, comme pour des électrodes planes indéfinies, par la formule

$$V = 5200 + 26200\,x,$$

cette formule étant applicable entre 20000 volts et 300000 volts.

Électrodes dissemblables. — Entre électrodes sphériques, et pour des longueurs d'étincelle dépassant le rayon des sphères, la valeur de ce rayon cesse d'être sans influence sur le potentiel explosif; et à partir de ce moment il n'est pas indifférent que les électrodes soient égales ou dissemblables.

Entre électrodes sphériques égales suffisamment éloignées, la longueur d'étincelle diminue quand on augmente simultanément de quantités égales le diamètre des deux sphères. Si, au contraire, on augmente seulement le diamètre de l'une d'elles, la longueur de l'étincelle est généralement augmentée, et l'allongement est maximum quand l'une des boules est remplacée par un plateau indéfini.

Il convient de signaler, toutefois, que ce dernier dispositif d'éclateur (sphère-plan) se prête mal à des mesures quelque peu précises, parce qu'il est particulièrement favorable à la production d'aigrettes sur l'électrode sphérique [1]. Nous ne donnerons

[1] Même si cette sphère a jusqu'à 10^{cm} de diamètre et pour des potentiels ne dépassant pas 200000 volts.

donc qu'à titre d'indications pratique les quelques nombres renfermés dans le Tableau suivant :

ÉCLATEUR DISSYMÉTRIQUE

(électrodes dissemblables dont l'une est un plan; potentiels symétriques).

$T = 15°$; $H = 76^{cm}$.

Distances explosives en millimètres.

	Pointe		Sphère diam. = 5^{cm}		Sphère diam. = 10^{cm}	
Volts.	positive.	négative.	positive.	négative.	positive.	négative.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm
20000	20	8	6	6	6	6
30000	40	13	9	9	9	9
40000	65	20	14	14	13	13
60000	110	34	29	29	23	23
80000	155	48	59	59	33	33
100000	200	62	100	80	47	47
120000	235	76	150	100	65	65
160000	315	103	270	130	100	100
200000	385	130	380	160	160	150
240000	450	»	450	190	230	190
280000	510	»	»	220	310	220
300000	540	»	»	240	400	240

Remarque. — On sait qu'étant données deux sphères égales portées à des potentiels $+V$ et $-V$, le champ ne doit pas être modifié si l'on place, à égale distance des deux sphères, un plan conducteur perpendiculaire à la ligne des centres et si l'on maintient ce conducteur au potentiel zéro. On s'attend donc à ce que le potentiel explosif entre les deux sphères soit double de ce qu'il serait entre l'une d'elles et le plan auxiliaire.

La comparaison des deux Tableaux que nous avons donnés montre que cette loi simple n'est pas loin de se trouver vérifiée [1].

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation par catalyse des amines alcooliques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

I. Dans une Communication antérieure [2], nous avons fait connaître une nouvelle méthode générale de préparation des amines alcooliques, qui

(1) Cette loi cesse tout à fait d'être applicable au cas d'électrodes en forme de pointe.

(2) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 148, 1909, p. 898.

consiste dans l'action directe du gaz ammoniac sur les alcools, vers 300° à 350°, en présence d'oxydes catalyseurs tels que la thorine. Nous avons indiqué que le procédé s'applique bien au divers *alcools primaires forméniques* et permet de préparer aisément les amines primaires et secondaires correspondantes.

Dans une Note récente, nous avons montré que la méthode est applicable à l'*alcool benzylique* qui fournit de la sorte la benzylamine, la dibenzylamine et même un peu de tribenzylamine ([1]).

Nous avons trouvé qu'elle peut aussi s'étendre aux divers alcools secondaires, forméniques, aromatiques ou cycloforméniques.

Alcool isopropylique. — L'alcool isopropylique ou *propanol* ne subit encore à 250° au contact de la thorine aucun dédoublement appréciable en propylène; mais à cette température, l'action du gaz ammoniac est effective et donne environ 20 pour 100 d'*isopropylamine* bouillant à 32°, accompagnée d'un peu de *diisopropylamine*, bouillant à 83°.

A température plus haute, vers 300°, on observe un dégagement assez rapide de propylène; le liquide condensé contient environ un tiers d'isopropylamine, et une quantité presque égale d'amine secondaire, à côté d'une certaine dose d'alcool non transformé.

Diphénylcarbinol. — La méthode peut plus difficilement être appliquée au diphénylcarbinol ou *benzhydrol* $C^6H^5CHOHC^6H^5$, où les conditions physiques sont peu favorables, cet alcool ne fondant qu'à 68°, et ne bouillant qu'à 298°. Si l'on entraîne par un excès de gaz ammoniac les vapeurs du benzhydrol sur la thorine maintenue à 280°, on constate, dans les produits condensés, la présence d'une certaine proportion de *benzydrylamine* ou *aminodiphénylméthane* $(C^6H^5)^2CHNH^2$, liquide bouillant à 289°, de réaction alcaline intense. Mais le produit principal est dû à la déshydratation du benzhydrol sur la thorine, et consiste en *tétraphényléthylène*, $(C^6H^5)^2C = C(C^6H^5)^2$, qui se présente en aiguilles blanches, solubles dans l'alcool chaud, fondant à 220°, et qu'on obtient aisément en dirigeant sur la thorine vers 300° les vapeurs du benzhydrol seul.

Cyclohexanol et homologues. — On sait que les alcools secondaires cycloforméniques, cyclohexanol et homologues, se déshydratent rapidement en cyclohexènes au contact de thorine à 300°-350°. Mais en présence du gaz

---

([1]) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 160.

ammoniac, entre 290° et 320°, la réaction est en majeure partie déviée vers la production des amines, la formation simultanée d'hydrocarbures divalents ne dépassant guère, suivant les cas, 30 ou 40 pour 100.

Dans ces conditions, le *cyclohexanol* $C^6H^{11}OH$ fournit à la fois la *cyclohexylamine,* bouillant à 134°, et la *dicyclohexylamine* qui bout à 250° en se décomposant un peu : cette dernière est identique à celle que l'un de nous a isolée avec M. Senderens par hydrogénation directe de l'aniline sur le nickel (1). Cette identité a été vérifiée par l'analyse du chlorhydrate et par la formation de la phénylurée mixte qui fond à 169°.

L'*orthométhylcyclohexanol* $CH^3C^6H^{10}OH$-1.2 fournit de même l'*orthométhocyclohexylamine* $CH^3C^6H^{10}NH$-1.2, liquide de réaction alcaline intense, qui bout à 147°. Par action de l'isocyanate de phényle, elle fournit de beaux cristaux de phénylurée mixte, qui fondent à 130°. On ne recueille qu'une très faible dose d'amine secondaire.

Le *métaméthylcyclohexanol* $CH^3C^6H^{10}OH$-1.3 donne la *métaméthocyclohexylamine* $CH^3C^6H^{10}NH^2$-1.3, bouillant à 150°. Son chlorhydrate fond à 174°, sa phénylurée à 179°. Elle avait déjà été isolée par Wallach à partir de la pulégone (2), et plus tard par l'un de nous en hydrogénant directement sur le nickel la métatoluidine (3).

Le *paraméthylcyclohexanol* $CH^3C^6H^{10}OH$-1.4 fournit de même la *paraméthocyclohexylamine* $CH^3C^6N^{10}NH$-1.4, accompagnée d'une certaine proportion de l'amine secondaire correspondante. La première est un liquide incolore d'odeur ammoniacale et vireuse qui bout à 154°. Très alcaline au tournesol, elle forme au contact de l'air humide un carbonate cristallisé. Sa phénylurée se présente en aiguilles blanches qui fondent à 174°.

La *diparaméthocyclohexylamine* bout à 275° en se décomposant un peu : elle donne avec l'isocyanate de phényle une phénylurée tertiaire, dont les cristaux, recristallisés dans l'alcool, fondent à 181°.

II. Comme nous l'avons indiqué dans notre Note antérieure, la réaction sur les alcools peut être accomplie en remplaçant le gaz ammoniac par une amine primaire forménique et fournit alors, avec un bon rendement, des amines secondaires mixtes.

Nous avons pensé que la *cyclohexylamine*, dont les propriétés alcalines

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. IV, 1905, p. 378.

(2) Wallach, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CCLXXXIX, 1896, p. 340.

(3) Paul Sabatier et Senderens, *loc. cit.*, p. 387.

sont intenses, pourrait se comporter à cet égard comme les amines forméniques primaires, et puisqu'elle est très facile à préparer par l'hydrogénation directe de l'aniline sur le nickel, on possédera ainsi le moyen d'obtenir aisément des amines mixtes cyclohexaniques qui, pour la plupart, n'avaient pas encore été isolées.

Il suffit de diriger sur la thorine à 320° les vapeurs d'un mélange à molécules égales de cyclohexylamine et d'un alcool.

En opérant ainsi avec les alcools méthylique, éthylique, propylique, isobutylique, isoamylique, benzylique, ainsi qu'avec le cyclohexanol et les trois méthylcyclohexanols ortho-, méta-, et para-, nous avons obtenu toute une série d'amines secondaires qui ont été caractérisées par leurs points d'ébullition, l'analyse de leurs chlorhydrates et le point de fusion des phénylurées tertiaires qu'elles donnent par action de l'isocyanate de phényle.

Parmi les alcools forméniques, c'est le méthanol qui donne les rendements les moins avantageux : il fournit la *méthylcyclohexylamine*, qui bout à 145°. Le chlorhydrate, bien cristallisé, fond à 193°.

L'*éthylcyclohexylamine* $\begin{matrix} C^6H^{11} \\ C^2H^5 \end{matrix} \rangle NH$ bout à 164°, sa phénylurée fond à 125°; elle avait été déjà isolée par l'un de nous en hydrogénant directement l'éthylaniline sur le nickel ([1]).

La *propylcyclohexylamine* bout à 185°; sa phénylurée fond à 113°.

L'*isobutylcyclohexylamine* bout à 193°; sa phénylurée fond à 90°.

L'*isoamylcyclohexylamine* bout à 205°; sa phénylurée fond à 129°.

La *benzylcyclohexylamine* $\begin{matrix} C^6H^5CH^2 \\ C^6H^{11} \end{matrix} \rangle NH$ se détruit par distillation sous la pression ordinaire; elle bout à 195° sous 80^{mm}; sa phénylurée fond à 121°.

De même l'action de la cyclohexylamine sur le cyclohexanol fournit la *dicyclohexylamine* bouillant à 250°, déjà obtenue plus haut par action de l'ammoniaque.

La *cyclohexyl-orthométhocyclohexylamine* bout à 260° en se décomposant un peu. Le chlorhydrate fond à 182° sans se détruire. La phénylurée fond à 140°.

La *cyclohexyl-métaméthocyclohexylamine* bout à 270° en se détruisant un peu. Le chlorhydrate fond à 197° sans se dédoubler; la phénylurée fond à 191°.

La *cyclohexyl-paraméthocyclohexylamine*, qui bout à 270°, est obtenue

---

([1]) PAUL SABATIER et SENDERENS, *loc. cit.*, p. 385.

avec un rendement d'environ 20 pour 100. Sa phénylurée se présente en magnifiques tables rhombiques qui fondent à 108°.

CORRESPONDANCE.

Lady **Kelvin** fait hommage à l'Académie du Tome VI (*Voltaic theory, Radioactivity, Electrons, Navigation and Tides; Miscellaneous*) des *Mathematical and physical Papers, by the Right honourable Sir* William Thomson, Baron Kelvin, publié par Sir Joseph Larmor.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Albert Maire. *L'œuvre scientifique de Blaise Pascal. Bibliographie, critique et analyse de tous les travaux qui s'y rapportent.* Avec une Préface de M. Pierre Duhem.

MM. **Ed. Bonnet, E. Cassaët, R. Combes, L. Cuénot, Deprat, Jules Drach, Guilleminot, P. Nolf, Marage, P. Mazé, Merklen, P. Nobécourt, Nogier, Julien Ochorowicz, E. Perret, A. Trillat, A.-R. Wahl** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Photographies de la planète Vénus, obtenues à l'Observatoire de Juvisy.* Note de M. **F. Quénisset**, présentée par M. H. Deslandres.

On sait que la planète Vénus présente à l'observation télescopique une surface presque toujours uniformément éclairée. Le terminateur seul, dans les moments de phase sensible, paraît assombri. On voit aussi, parfois, des blancheurs dans les régions polaires. Quant aux taches foncées, il est très rare d'en observer et, quand on en voit, ce sont toujours des ombres légères et extrêmement vagues.

Pendant les mois de juin et juillet derniers, sous la direction de M. Flammarion, j'ai pu observer sur Vénus, à l'aide de l'équatorial de $0^m,24$ de l'Observatoire de Juvisy, quelques taches plus marquées que d'habitude et j'ai réussi à les *photographier*. C'est surtout sur ces photographies que nous voudrions attirer l'attention des astronomes; car elles fournissent, pour la première fois croyons-nous, une preuve certaine de l'existence de taches à la surface de la planète.

Pour obtenir ces photographies, je me suis servi d'un excellent objectif astrophotographique taillé par M. Viennet, de l'Observatoire de Paris, d'un diamètre de $0^m,160$ et d'une distance focale de $2^m,900$. Un système de lentilles permet l'agrandissement de l'image focale. Sur chaque plaque, nous avons eu soin de faire plusieurs images, à quelques secondes d'intervalle, de façon à identifier plus sûrement les détails enregistrés.

Pendant les mois de juin et juillet, j'ai donc pris un grand nombre de photographies de Vénus. Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie celles du 29 juin : ce sont les meilleures de toute la série, car elles ont été obtenues par des images très calmes et très nettes et, de plus, au moment où se distinguaient quelques taches certaines. Ce jour-là deux séries ont été faites, à 7^h58^m (t. m. a.) et à 8^h, avec trois images sur la première plaque et quatre sur la seconde. Plaques étiquette violette Lumière, pose 1 seconde. Voici les détails qu'on distingue *sur les sept images :*

1° *Terminateur sombre*, dégradé.

2° *Tache grisâtre*, dans l'*hémisphère austral*, partant du terminateur où elle est assez large et descendant obliquement vers le Nord-Est en devenant plus étroite.

3° *Tache grisâtre*, plus faible que la précédente, mais cependant bien certaine aussi, située dans l'*hémisphère boréal*, tout près du terminateur.

4° *Région* un peu *claire*, contre le terminateur, entre les deux taches grises précédentes.

5° *Limbe* et *région polaire boréale blanchâtres*. Cette blancheur est assez nettement limitée au Sud par une région sombre.

6° *Région polaire australe,* au contraire, plutôt *un peu grisâtre*.

7° *Limbe occidental*, tourné vers le Soleil, *très brillant*.

Nous ajouterons que tous ces détails, ainsi que quelques autres plus faibles, étaient visibles dans l'équatorial de $0^m,240$.

La tache grisâtre (2°), qui était la plus marquée, a encore été photographiée les 3 et 4 juillet, mais malheureusement par des images moins calmes. Sur ces dernières photographies, prises aussi à 8^h, elle semble s'être légèrement déplacée vers l'Est. Mais, à cause du manque de netteté suffisante des images, nous ne pouvons pas affirmer catégoriquement ce déplacement, qui militerait en faveur d'un mouvement de rotation

de la planète plutôt rapide. Nous devons cependant dire que cette tache n'a plus été observée ni photographiée après le 11 juillet, même par des conditions atmosphériques favorables.

En terminant, nous ne saurions trop recommander aux astronomes, dont les instruments sont placés dans les hautes stations, d'entreprendre l'étude photographique de Vénus. Les premiers résultats que nous venons d'obtenir semblent indiquer un champ d'étude intéressant et capable de fournir des indications utiles sur l'aspect et le mouvement de rotation de cette planète.

ASTRONOMIE. — *Sur une cause qui peut influer sur l'estimation de la grandeur des étoiles.* Note de M. **Kyrille Popoff**, présentée par M. Bigourdan.

C'est un fait bien connu que les résultats de la détermination de la densité des étoiles par des procédés photographiques diffèrent de ceux obtenus directement. La différence change suivant la région explorée et atteint son maximum dans la voie lactée.

Pour expliquer ce fait on a invoqué la différence dans la distribution des étoiles des différentes classes spectrales et l'équation personnelle dans l'estimation de la grandeur des étoiles ; celle-ci dépendrait de la quantité d'étoiles qui se présentent dans le champ de la lunette.

On peut expliquer cette différence aussi par la luminosité de la région du ciel où se trouve l'étoile considérée.

Soient :

a et a' les luminosités des deux régions considérées ;
A et A′ deux étoiles prises une dans chacune de ces régions ;
α et α' les intensités lumineuses de A et A′.

Si les étoiles A et A′ sont supposées faibles, les points où se forment leurs images auront la luminosité des régions contiguës, à cause de la diffraction. Mais l'intensité lumineuse de A et A′ étant α et α', l'intensité des images sera $a + \alpha$ et $a' + \alpha'$, et la différence de grandeur (m) sera donnée par la relation

$$a + \alpha = (a' + \alpha').\ 2\,m512.$$

On voit aisément par cette formule que la densité relative des étoiles doit changer d'après la luminosité de la région explorée, la distance focale et le diamètre de l'objectif employé ; on voit aussi que cette influence se fera sentir davantage pour les étoiles faibles.

ASTRONOMIE. — *Résultats de la discussion des observations faites par MM.* **Lancelin** *et* **Tsatsopoulos** *pour déterminer par la télégraphie sans fil la différence de longitude entre Paris et Bizerte.* Note de M. **Henri Renan**, présentée par M. B. Baillaud.

La méthode mise en usage, jusqu'en ces dernières années, pour mesurer avec précision la différence de longitude entre deux points de la surface terrestre, présentait deux graves sources d'erreur, qui depuis longtemps ont sollicité l'attention des astronomes.

La première de ces difficultés provenait du procédé au moyen duquel on déterminait l'heure sidérale de chacune des deux stations : cette mesure était faite par des observations de passages d'étoiles effectuées à de petits cercles méridiens portatifs; et ces passages étaient enregistrés sur un chronographe par des signaux électriques envoyés par l'observateur chaque fois que l'image de l'étoile passait à l'un des fils du réticule. Ce genre d'observations est susceptible par lui-même d'une très grande précision, mais il est malheureusement soumis à des différences systématiques sur l'évaluation du moment du passage, différences qui dépendent de l'observateur et de son état physiologique. On a cherché à éliminer ces équations personnelles par bien des expériences diverses que nous n'avons pas à rappeler ici : ce qui rend cette élimination fort difficile et presque toujours illusoire, c'est que ces petites divergences, pour un même observateur, ne sont pas, en général, constantes, mais qu'elles varient d'un jour à l'autre et souvent même dans le cours d'une même soirée.

La seconde cause d'erreur était inhérente aux échanges de signaux faits entre les deux stations. Ces signaux, émis télégraphiquement par la pendule de chacun des deux points, étaient reçus simultanément par les deux chronographes; la grande difficulté provenait de ce qu'il fallait comparer ces signaux à ceux des observations stellaires, et qu'il était bien difficile, malgré toutes les précautions prises, de compter sur l'équivalence absolue des courants d'intensités très différentes, sujettes à des variations à peu près inévitables.

De là résultait la nécessité d'employer des appareils fort compliqués : depuis plus de quarante années la Table chronographique employée en France était celle de Lœwy, dans laquelle l'illustre astronome avait cherché à tenir compte de toutes les difficultés du problème.

Dans la nouvelle détermination que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, on s'est proposé de diminuer autant que possible l'un et l'autre de ces deux inconvénients.

Pour la méthode d'observation des passages, on a substitué l'enregistrement automatique à l'ancien procédé du manipulateur.

Un petit moteur électrique fait tourner la vis micrométrique; la vitesse peut être prise telle que le mouvement du fil mobile soit à très peu près égal au mouvement apparent de l'étoile dans la lunette. Au moyen d'un appareil différentiel, susceptible de modifier à chaque instant la vitesse du fil, l'observateur maintient ce fil en coïncidence avec le centre de l'image, et, chaque fois que la vis a tourné d'une certaine fraction de tour, un signal est enregistré au chronographe. De plus, l'oculaire lui-même est entraîné avec la même vitesse que le fil micrométrique; l'observation est donc ramenée à celle d'un point fixe sur lequel on doit placer un fil mobile. Sans doute, dans ces observations, il peut encore subsister des équations personnelles; mais, d'après un grand nombre d'expériences faites en France aussi bien qu'à l'étranger, ces différences d'évaluation deviennent extrêmement petites. On évalue qu'elles n'atteignent guère la dixième partie de celles que pouvait donner l'ancienne méthode. Elles ne semblent jamais dépasser $0^s,01$ ou $0^s,02$, et rentrent par conséquent dans les limites des erreurs d'observation.

Pour les échanges de signaux, nous avons employé les ondes hertziennes de la radiotélégraphie.

Le poste d'émission de la tour Eiffel envoyait des ondes se succédant à des intervalles réguliers; ces ondes étaient reçues simultanément au poste de Paris situé à l'Observatoire et au poste de Bizerte établi à l'arsenal de Sidi-Abdallah. Inversement, le poste d'émission de l'arsenal envoyait des ondes reçues aussi en chacune des deux stations. L'action radiotélégraphique était alors perçue téléphoniquement par chaque observateur et comparée par lui directement au bruit du battement de sa pendule, qu'il recevait dans le même téléphone. L'émission des ondes était réglée en chaque poste par un pendule construit de manière à avancer un peu sur l'horloge sidérale; en général, 90 battements des pendules valaient à peu près 89 secondes sidérales; il y avait donc environ deux coïncidences en 3 minutes. C'étaient ces coïncidences que chaque observateur devait noter, et l'on sait de quelle précision est susceptible cette méthode de comparaison de deux pendules. Nous nous bornons à ces indications sommaires sur l'installation qui est entièrement due à MM. Claude, Driencourt et Ferrié [1]. Dans les échanges de signaux, le chronographe n'a plus à intervenir; nous avons donc pu simplifier considérablement la planche chronographique, et le nouvel appareil ainsi établi permet de mesurer avec toute la précision désirable les quantités nécessaires pour obtenir les corrections de la pendule.

La détermination qui nous occupe a été faite dans le courant des mois d'avril et mai 1911, au moyen de petits instruments méridiens appartenant au Bureau des Longitudes et construits par Gautier fort peu de temps avant

---

(1) *Comptes rendus*, 7 février, 21 novembre 1910 et 1er mai 1911.

sa mort. Le service radiotélégraphique de la tour Eiffel et celui de l'arsenal tunisien ont mis la plus grande complaisance à nous seconder dans nos recherches; nous sommes heureux de pouvoir leur en exprimer ici notre vive reconnaissance. Nous remercions aussi M. le colonel Bourgeois et les officiers du Service géographique, qui ont déterminé en même temps que nous la longitude avec les mêmes antennes et les mêmes pendules et dont les avis nous ont été fort précieux.

Les deux astronomes qui ont effectué les observations ont été M. Lancelin et M. Tsatsopoulos. Ils se sont acquittés avec le plus grand zèle de la tâche difficile d'appliquer une méthode entièrement nouvelle; les résultats obtenus montrent avec quel soin ils ont opéré.

Dans une première série d'observations, M. Lancelin était à Bizerte, M. Tsatsopoulos, à Paris; dans la seconde série, au contraire, M. Lancelin observait à Paris et M. Tsatsopoulos à Bizerte.

Première série.

	m s
Avril 14	29.52,380
15	29.52,403
19	29.52,379
20	29.52,410
24	29.52,430
26	29.52,370
29	29.52,411
Moyenne pondérée	29.52,396

Deuxième série.

	m s
Mai 18	29.52,384
21	29.52,387
23	29.52,384
25	29.52,412
29	29.52,431
Moyenne pondérée	29.52,406

On peut donc prendre comme valeur définitive

$$29^{m}52^{s},40 \pm 0^{s},01.$$

La comparaison des deux résultats pris séparément montre qu'on ne peut trouver aucune trace d'équation personnelle.

Cette recherche permet en outre de fixer un point important, à savoir le temps nécessaire pour que l'onde parcoure la distance de Paris à Bizerte. En comprenant les valeurs obtenues dans les soirées où les signaux ont pu être reçus d'une manière complète, nous trouvons ce temps égal à $0^{s},007$, ce qui montre bien que la vitesse de l'onde hertzienne peut être regardée comme très sensiblement égale à celle de la lumière.

PHYSIQUE. — *Audiphone magnétique bilatéral.* Note de M. A. **Soret**, présentée par M. G. Lippmann.

L'appareil que je présente sous le nom d'*audiphone magnétique bilatéral*, est une application du microtéléphone à l'audition, s'adressant à tout sujet dont l'acuité auditive laisse à désirer.

Il présente ceci de particulier que microphone transmetteur et téléphone récepteur sont contigus, forment un seul bloc minuscule, ne pesant que quelques grammes et pouvant, au moyen d'un embout, s'engager dans le conduit auditif auquel il s'applique de façon à ne produire ni encombrement ni gêne et à laisser entièrement libres les mains du sujet.

Il peut être construit de manière à constituer un appareil unilatéral, n'intéressant qu'une seule oreille défectueuse; mais la disposition *bilatérale*, réalisée par deux appareils similaires, indépendants et réunis à la façon des deux verres d'un binocle, doit être préconisée.

L'emploi de l'appareil bilatéral établit un certain équilibre physiologique entre les sensations reçues par les deux oreilles, équilibre nécessaire si l'on veut éviter la fatigue. On constate, en effet, que l'emploi d'un appareil unilatéral amène chez ceux qui en font usage une gêne telle que souvent elle les fait renoncer à son utilisation.

Je fais particulièrement remarquer que dans mon appareil, chacun des audiphones magnétiques porte son microphone, alors que les appareils similaires qui ont pu être présentés jusqu'à ce jour se composent d'un *microphone unique*, actionnant deux téléphones récepteurs placés aux oreilles.

Ce microphone unique se porte généralement sur la poitrine, c'est-à-dire dans une région exposée aux chocs, ce qui a engagé les auteurs à le protéger par une garniture, en ébonite, le plus souvent.

Cette garniture ne pouvant permettre aux ondes sonores d'arriver à la lame microphonique que par des ouvertures en nombre aussi grand que possible, mais forcément restreint, oblige à donner une dimension relativement grande à l'appareil transmetteur.

Dans le microphone que j'utilise à l'oreille, cet inconvénient n'existe plus et la lamelle recevant lesdites ondes sur toute sa surface peut être réduite au minimum. Cela se fait d'autant mieux que cette surface se trouve doublée par l'emploi de *deux microphones* indépendants. En même temps, le système de fils conducteurs se trouve simplifié.

Mais ces avantages ne sont pas les seuls intéressants : l'emploi de deux microphones

rapproche l'audition des conditions physiologiques dans lesquelles elle se fait à l'état normal.

L'appareil bilatéral produit une sorte d'effet stéréoscopique, de *relief du son* qui donne au sujet la sensation du déplacement du centre d'émission des ondes sonores, si, alors même qu'il ne voit pas son interlocuteur, celui-ci se déplace en parlant.

En résumé, l'*audiphone magnétique*, présenté sous cette forme, est pour l'ouïe ce que le lorgnon correcteur est pour la vue ; c'est un véritable lorgnon auditif. Le sourd se sert de l'audiphone magnétique bilatéral comme le miope ou le presbyte se sert du binocle.

Quant au courant électrique nécessaire dont les variations ondulatoires engendrées par le microphone font vibrer la plaque téléphonique, il est produit par une petite pile sèche qui peut à volonté demeurer dans l'étui qui contient l'audiphone, ou en être retirée pour être fixée à la poche du vêtement, sans qu'aucun liquide puisse détériorer celui-ci.

Après maints essais dans lesquels les diverses parties de l'appareil ont été scientifiquement étudiées séparément et dans leur réunion, avec un soin méticuleux, j'ai la conviction d'avoir réalisé, au point de vue pratique comme théoriquement, l'audiphone idéal, c'est-à-dire non encombrant, d'un fonctionnement sûr, d'une régularité parfaite, d'une puissance auditive remarquable, avec les avantages de l'audition par les deux oreilles se rapprochant des conditions de l'audition normale.

PHOTOGRAPHIE. — *Impressions photographiques sur cuivre.* Note de M. G. **Reboul**, présentée par M. G. Lippmann.

L'on connaît depuis longtemps l'action de la lumière sur les composés halogénés du cuivre (¹). Cette action a fait l'objet de plusieurs travaux : B. Renault notamment avait essayé de l'utiliser (²); d'après la différence de solubilité des sels insolés ou non il avait pu conserver des impressions faites sur des surfaces sensibles d'halogénés de cuivre. Ces impressions présentent quelques particularités que je n'ai point vu décrites (³) et que je crois intéressant de signaler.

La préparation de la plaque sensible s'obtient en plongeant dans un

(¹) Becquerel, *La lumière, ses causes, ses effets*, t. II, p. 68 et p. 96.
(²) *Bulletin de la Société française de Photographie*, t. X, p. 317 et p. 347.
(³) *Encyclopédies photographiques de Fabre, de Eder, de Vogel.*

récipient plein de chlore ou de vapeurs de brome, une lame de cuivre aussi parfaitement polie que possible à la manière des lames pour daguerréotypes. On la place dans un châssis-presse sous un négatif et on l'expose aux rayons du soleil ou d'une lampe à arc. Au bout de temps de pose, variant suivant les circonstances de quelques minutes à quelques heures, on obtient un positif très net. La sensibilité est un peu plus faible que celle du papier au citrate d'argent.

I. La sensibilité dépend essentiellement de l'épaisseur de la couche superficielle du sel formé. On s'en rend facilement compte en plongeant la lame dans un récipient à demi plein de vapeurs de brome ou de chlore : la concentration des vapeurs dans le fond du récipient accentue l'attaque de la partie inférieure de la plaque ; les colorations de lames minces qui se succèdent à partir de la portion indemne de la plaque permettent de se rendre facilement compte de l'épaisseur de la couche du sel qui a été formé.

Plus cette couche est mince, plus le noircissement du sel sous l'action de la lumière est rapide : il suffit de quelques minutes pour les épaisseurs correspondant au spectre de premier ordre, une demi-heure pour celles du spectre de deuxième ordre ; on n'a presque plus aucune sensibilité pour des épaisseurs de l'ordre du centième de millimètre : une mince feuille complètement transformée en chlorure n'accuse qu'une impression très vague après de longues heures d'exposition au soleil.

II. La transformation opérée sur le sel insolé n'est pas stable : l'image photographique obtenue sur la lame s'efface si l'on maintient celle-ci à l'obscurité complète pendant quelque temps; l'effacement se produit non par un noircissement général de la plaque, mais par la disparition de la modification qu'avait provoquée la lumière. Il y a rétrogradation lente et spontanée.

La rétrogradation est d'autant plus rapide que l'épaisseur de la couche de sel sur la plaque étudiée est plus grande : pour une même impression produite sur couches d'épaisseur différente, l'image a disparu complètement au bout d'une semaine pour l'épaisseur correspondant au spectre du deuxième ordre, alors qu'elle subsiste encore au bout d'un mois, quoique très vague, pour l'épaisseur correspondant au spectre du premier ordre. Pour des impressions assez faibles sur couches d'épaisseur plus grande, la disparition de l'image est obtenue au bout de quelques heures.

La rétrogradation de l'image ne fait pas disparaître la sensibilité du sel; une plaque insolée jusqu'à noircissement, puis conservée à l'obscurité jus-

qu'à ce que l'impression ait disparu, est encore sensible et peut servir pour donner à nouveau des impressions.

Cette rétrogradation n'est pas due à une oxydation sous l'influence de l'oxygène de l'air, puisqu'elle se produit aussi bien avec des plaques qu'on a, après insolation, recouvertes d'un vernis; il semble que le sous-chlorure de cuivre produit par l'action lumineuse, se chlorure aux dépens des parties sous-jacentes de sel que la lumière n'a pas altéré, par un processus analogue à une dissociation.

Cela expliquerait pourquoi la sensibilité des plaques dépend de l'épaisseur de la couche de chlorure formé : le sel qui se trouve sous les parties insolées forme une réserve de chlore d'autant plus riche que la couche est plus épaisse; le noircissement est donc d'autant plus rapide que la réserve de chlore est plus faible.

Les lames au bromure présentent, elles aussi, la même particularité.

III. Les images obtenues par impression ne sont pas fixées : l'eau, l'hyposulfite, l'ammoniaque sont insuffisants comme fixateurs, à cause de la solubilité relative des sels, insolés ou non.

On fixe facilement les épreuves avec des solutions très étendues d'un sel d'or ou d'argent en présence d'hyposulfite : sur les parties impressionnées se produit un dépôt brun d'or ou violacé d'argent en même temps que l'hyposulfite fait disparaître le sel de cuivre non insolé.

Le dépôt, qui forme l'image sur la lame de cuivre, est sous forme pulvérulente; le moindre frottement peut le faire disparaître. Si l'on efface cette image par frottement, il en apparaît un négatif sur la plaque, les parties noires de l'image positive se reproduisant en parties claires.

Pour mettre les images à l'abri de tout danger de frottement, il suffit de les recouvrir d'un vernis au collodion ou à la gélatine : elles ont un aspect analogue à celui des daguerréotypes.

PHYSIQUE. — *Absorption des gaz par les corps poreux.* Note de M. **Jacques Duclaux**, présentée par M. P. Villard.

Deux volumes égaux et très petits, définis géométriquement au sein d'une masse gazeuse, ne sont pas en général dans le même état : les irrégularités du mouvement des molécules et les hasards de leurs rencontres font que l'un de ces volumes contient plus de molécules que l'autre, ou des molécules animées de plus grandes vitesses et qu'on peut appeler plus chaudes. Ces dif-

férences locales de pression et de température semblent jouer un rôle dans les phénomènes de catalyse ([1]); elles peuvent intervenir aussi, et à peu près de la même manière, dans l'absorption des gaz par les corps poreux tels que le charbon.

Représentons-nous un tel corps comme formé d'un grand nombre de très petites cavités; il en sera de ces cavités comme de volumes limités géométriquement, c'est-à-dire que, même si elles sont toutes égales, elles ne seront pas toutes dans le même état : conformément aux lois de probabilités, les unes renfermeront plusieurs molécules, tandis que d'autres seront vides; les unes contiendront un gaz chaud, les autres un gaz froid.

Faisons l'hypothèse (contraire à celle qui sert de base à presque toutes les théories de l'absorption) que les parois des cavités n'ont aucune action sur les molécules gazeuses, c'est-à-dire que la pression dans chaque cavité contenant p molécules est la même que la pression dans une cavité n fois plus grande (un litre, par exemple) contenant np molécules. Même dans ce cas, nous verrons que les molécules gazeuses devront se condenser dans les cavités des corps poreux, d'autant plus que ces cavités seront plus petites et que le gaz sera plus éloigné de l'état parfait.

Pour le montrer, envisageons d'abord le cas d'un gaz parfait, et supposons que chacune des cavités (supposées toutes égales) renferme en moyenne une molécule. Cette moyenne s'établit de la façon suivante : chaque cavité, considérée isolément, contient tantôt 0, tantôt 1, tantôt 2 ou un plus grand nombre p de molécules, chaque combinaison étant d'autant plus rare que p est plus grand. Ainsi, il arrivera :

1000	fois qu'elle contienne	0	molécule
2000	»	1	»
1500	»	2	»
667	»	3	»
207	»	4	»
....	....	....	....

Il arrivera donc plus souvent qu'elle contienne plus de 1 molécule que moins. Mais, d'autre part, toutes les combinaisons ne seront pas d'égale durée : car, plus p sera grand, et plus la probabilité sera grande pour que dans un temps donné une molécule s'échappe par l'orifice de la cavité et pour que la combinaison soit ainsi détruite. En tenant compte de la durée relative de chaque combinaison, on voit que le nombre moyen des molécules par cavité est le même que si chacune renfermait toujours une seule molécule : ce qui revient à dire que l'absorption du gaz parfait sera nulle.

Il n'en sera pas de même pour un gaz réel, CO^2 par exemple. Un tel gaz

---

([1]) J. Duclaux, *Comptes rendus*, t. 152, p. 1176.

se comprime plus que ne l'indique la loi de Mariotte : c'est-à-dire que dans une cavité contenant p molécules, la pression n'est pas p fois plus grande que dans celle qui n'en contient qu'une, mais moins de p fois, l'écart étant d'autant plus grand qu'on est plus près du point de liquéfaction. Les cavités à plusieurs molécules seront proportionnellement plus nombreuses que dans le cas d'un gaz parfait; de plus, les molécules s'en échapperont moins vite, c'est-à-dire que les combinaisons nombreuses seront de plus longue durée, de sorte que, finalement, la compensation qui se faisait pour un gaz parfait ne se fera plus : chaque cavité contiendra en moyenne plus de 1 molécule, et le gaz sera absorbé. Appelons, en général, *coefficient d'absorption*, pour des cavités de toutes dimensions, le rapport du nombre de molécules de gaz réel que contient chacune au nombre de molécules d'un gaz parfait qu'elle contiendrait dans les mêmes conditions : le calcul donne pour CO^2 à 0°, en admettant que toutes les cavités soient des sphères de diamètre D :

D.	Coefficient d'absorption.
$\mu\mu$ 4	1,01
2	1,08
1,2	1,33

Pour des cavités plus petites, les nombres sont très supérieurs, mais il est douteux que les considérations précédentes restent applicables. Or le coefficient d'absorption est en réalité 20, pour le charbon, d'après Titoff; les nombres précédents sont beaucoup plus bas et, par suite, les différences locales de pression ne suffisent pas à elles seules à expliquer l'absorption.

Les différences locales de température ont un rôle beaucoup plus important. En effet, certaines des cavités ne renfermeront que des molécules très froides : pour celles-ci l'écart de la loi de Mariotte sera considérable, surtout si la température locale est inférieure au point de liquéfaction. L'absorption y sera beaucoup plus forte qu'il ne résulte des calculs précédents. Il est vrai qu'à côté elle sera sensiblement nulle pour les cavités très chaudes; mais l'effet des premières est prédominant. Le calcul donne les résultats suivants qui sont des minima, toutes les approximations ayant été faites dans un sens défavorable :

D.	Coefficient d'absorption.
$\mu\mu$ 4	1,1
2	3,2
1,2	15

Comme on le voit, ces nombres sont, pour les cavités très petites, tout à fait de l'ordre de grandeur attendu. L'existence de telles cavités est d'ailleurs possible, car elles sont encore grandes par rapport aux dimensions moléculaires ; de ce côté les considérations que je viens de développer ne se heurtent donc à aucune objection capitale. En tout cas, elles montrent que l'absorption d'un gaz est d'autant plus grande qu'il est plus près du point de liquéfaction, et ne dépend que secondairement de sa nature chimique et de son atomicité : ces résultats sont conformes à l'expérience, au lieu que l'absorption des gaz monoatomiques est un phénomène assez difficilement conciliable avec les théories qui font reposer l'absorption sur une attraction entre la paroi et la molécule gazeuse.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur la stabilité des divers types de poudre sans fumée vis-à-vis des rayons ultraviolets.* Note de MM. **Daniel Berthelot** et **Henry Gaudechon**, présentée par M. Émile Jungfleisch.

Une des propriétés caractéristiques des rayons ultraviolets est *d'accélérer les réactions chimiques qui tendent à se produire spontanément.* Ils agissent par processus catalytique, à la manière d'une élévation de température modérée, pour atténuer les résistances passives qui retardent l'établissement des équilibres chimiques. Ils permettent ainsi de réaliser, en quelques heures, des réactions qui, abandonnées à elles-mêmes, dureraient des années.

Il était intéressant d'appliquer ces notions à l'examen des poudres sans fumée modernes, qui représentent des produits colloïdaux en voie de décomposition lente.

Nous avons examiné des poudres des deux principaux types : poudres B de diverses épaisseurs et diverses dates, à alcool éthylique ou à alcool amylique; poudres à divers teneurs de nitroglycérine : à 50 pour 100 (balistites); à 30 pour 100 (cordites); à 25 pour 100 (poudres C.2 et A.1); à 20 pour 100 (poudre C.G); etc.

Les échantillons ont été découpés en rectangles de 5^{mm} sur 15^{mm} pour les poudres B; en cylindres de 15^{mm}-20^{mm} de haut sur 5^{mm}-8^{mm} de diamètre pour les cordites, balistites, etc. Les poids étaient compris pour la plupart entre $0^g,25$ et $0^g,45$. Les échantillons étaient exposés normalement à leur surface à l'irradiation de lampes en quartz à vapeur de mercure; ils étaient mis à la partie supérieure de tubes en quartz mince, placés sur la cuve à mercure et partiellement remplis de gaz inertes (Az^2 et CO^2), oxydants

(O^2 et air) ou réducteurs (H^2). Nous nous bornerons aujourd'hui aux résultats obtenus en atmosphère inerte avec des poudres en bon état de conservation. Nous avons opéré généralement aux températures de 25° à 28° (distance : 70^{mm} à 80^{mm} de la lampe), et de 40° (distance : 50^{mm}); quelques expériences ont été faites à 70°-75° (distance : 15^{mm}).

Les décompositions obtenues, même dans ce dernier cas, sont dues uniquement au facteur *irradiation* et non au facteur *élévation de température;* car des échantillons de même dimension, chauffés à l'étuve 6 heures à 68°-70°; puis le lendemain 6 heures à 70°-75° (durée totale double de celle des expériences d'irradiation), n'ont pas dégagé de gaz.

Tous ces explosifs se décomposent rapidement sous l'action des rayons ultraviolets, de la même manière qu'il le font lentement sous l'influence des agents naturels (chaleur, humidité, action de l'air). Ils donnent les mêmes gaz, gaz carbonés (CO^2 et CO) et gaz nitrés (Az^2, Az^2O et AzO) dans des proportions analogues [1]. Le groupe des gaz nitrés est le plus important, car il est caractéristique de *l'altération lente par dénitration des poudres sans fumée.* Les gaz carbonés proviennent en partie de l'attaque des dissolvants (alcool, nitroglycérine, etc.), en partie de celle de la cellulose.

L'aspect extérieur des poudres B n'est pas modifié ; les poudres contenant de la nitroglycérine changent légèrement de teinte et laissent suinter d'abondantes gouttelettes sirupeuses que nous avons caractérisées comme nitroglycérine. En effet, ces gouttes incorporées à du bisulfate de soude finement pulvérisé et chauffées à 150° dégagent un mélange de vapeurs nitreuses et de vapeurs lourdes; ces dernières bleuissent instantanément le réactif de Nessler (ce qui constitue la réaction de Crismer, caractéristique de l'acroléine et des aldéhydes). Ce suintement de nitroglycérine par les rayons ultraviolets est digne de remarque : car cette altération qui est un des inconvénients de ce type d'explosifs a plutôt tendance à se produire sous l'influence du froid que sous celle de la chaleur.

En ce qui concerne les dégagements gazeux, la poudre B (nitrocellulose sans nitroglycérine) résiste mieux aux rayons ultraviolets que les poudres à nitroglycérine. En premier lieu, elle dégage moins de gaz. En second lieu, si elle émet, comme les autres poudres, les gaz CO^2, CO et Az^2, elle

---

(1) En outre, nous avons toujours constaté l'absence des gaz combustibles (hydrogène et méthane), dont la présence est au contraire constante dans les explosions proprement dites, c'est-à-dire dans les décompositions à haute température et sous fortes pressions.

n'émet pas le gaz bioxyde d'azote AzO qui est l'agent le plus actif d'altération des poudres.

Voici quelques résultats obtenus après 6 heures d'irradiation en atmosphère inerte d'azote. Un échantillon de poudre B 1897 à l'alcool éthylique a donné (en plus de l'azote initial) 0,23 CO^2 + 0,46 CO + 0,31 Az^2; tandis que la poudre C.G. (coton collodion, binitrotoluol et 20 pour 100 de nitroglycérine) dégageait

$$0{,}30\,CO^2 + 0{,}22\,CO + 0{,}07\,AzO + 0{,}41\,Az^2;$$

la poudre à la nitroguanidine (25 pour 100)

$$0{,}29\,CO^2 + 0{,}15\,CO + 0{,}20\,AzO + 0{,}36\,Az^2;$$

la poudre C.2 (25 pour 100 de nitroglycérine, 72 pour 100 de collodion et fulmicoton, 3 pour 100 de bicarbonate de soude)

$$0{,}40\,CO^2 + 0{,}24\,CO + 0{,}09\,AzO + 0{,}27\,Az^2.$$

Dans aucun cas, la présence initiale d'une atmosphère d'azote n'a empêché le dégagement d'azote par la poudre.

L'absence de AzO avec la poudre B est confirmée par le fait que le mercure reste brillant; sa présence, dans le cas des poudres à nitroglycérine et analogues, par l'altération du mercure qui est terni et couvert par places d'une croûte saline de nitrate et nitrite de mercure.

Dans une atmosphère inerte d'anhydride carbonique, on retrouve les mêmes faits généraux; mais la présence d'un excès de CO^2 empêche le dégagement de ce gaz par la poudre; quand on opère à 40°, on retrouve presque exactement dans le mélange final le CO^2 initial; parfois il y a une très légère résorption : cette résorption se manifeste plus nettement quand la température ne dépasse pas 25°-28°. Voici les résultats obtenus après 6 heures d'irradiation à 40° :

Poudre B 1903 (stabilisée avec 2 pour 100 d'alcool amylique). Gaz initial : 1,05 CO^2. Gaz final :

$$1{,}05\,CO^2 + 0{,}12\,CO + 0{,}20\,Az^2.$$

Poudre B 1909 (stabilisée avec 8 pour 100 d'alcool amylique). Gaz initial : 1,03 CO^2. Gaz final :

$$1{,}00\,CO^2 + 0{,}20\,CO + 0{,}03\,Az^2O + 0{,}15\,Az^2.$$

Balistite 1889 [stabilisée avec 2 pour 100 d'aniline (phénylamine)]. Gaz initial : 1,08 CO^2. Gaz final :

$$1{,}04\,CO^2 + 0{,}29\,CO + 0{,}13\,AzO + 0{,}02\,Az^2O + 0{,}21\,Az^2.$$

Balistite S.A. récente (stabilisée avec 2 pour 100 de diphénylamine). Gaz initial : 0,89 CO^2. Gaz final :

$$0{,}89\,CO^2 + 0{,}33\,CO + 0{,}11\,AzO + 0{,}01\,Az^2O + 0{,}24\,Az^2.$$

Cordite M.D. 1906, type réglementaire anglais à 30 pour 100 de nitroglycérine, 5 pour 100 de vaseline. Gaz initial : 1,00 CO^2. Gaz final :

$$1,00\,CO^2 + 0,17\,CO + 0,10\,AzO + 0,02\,Az^2O + 0,10\,Az^2.$$

Poudre A.1 (25 pour 100 de nitroglycérine, 72 pour 100 de pyrocollodion et fulmicoton, 3 pour 100 de bicarbonate). Gaz initial : 1,08 CO^2. Gaz final :

$$1,08\,CO^2 + 0,22\,CO + 0,15\,AzO + 0,02\,Az^2O + 0,16\,Az^2.$$

Là encore, la poudre B ne dégage pas de bioxyde d'azote et laisse le mercure brillant, tandis que les gaz dégagés par les poudres à nitroglycérine contiennent environ de $\frac{1}{5}$ de bioxyde d'azote (balistites) à $\frac{1}{4}$ (cordite).

On voit par là que les rayons ultraviolets accélèrent la décomposition spontanée des poudres et fournissent les éléments d'une méthode d'investigation nouvelle et précieuse, apte à contrôler et compléter l'examen de la *stabilité des poudres vis-à-vis de la chaleur*, base des épreuves réglementaires dans les divers pays (épreuve d'Abel, épreuve de stabilité à 110°, silver-test, etc.) par l'examen de *stabilité vis-à-vis de la lumière ultraviolette*.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une combinaison de sulfate ferrique et d'alcool. Contribution à la constitution du sulfate ferrique.* Note de M. **A. Recoura**, présentée par M. A. Haller.

Je me propose d'étudier dans cette Note une combinaison du sulfate ferrique avec l'alcool éthylique qui apporte quelques renseignements sur la question si controversée de la constitution des sels.

A la suite de mes travaux sur les composés complexes du chrome et de ceux dont il est lui-même l'auteur, M. Wyrouboff a présenté sur cette importante question une théorie très originale et très intéressante qui donne une interprétation très satisfaisante des faits. Je me suis proposé de rechercher s'il en est de même pour les sels ferriques.

Mais la question est beaucoup plus difficile à résoudre, car tandis que les composés complexes du chrome peuvent être étudiés en dissolution aqueuse, il n'en est pas de même pour les composés ferriques, au moins pour le plus grand nombre. En particulier, pour le sulfate ferrique, dont il sera question dans cette Note, j'ai montré (*Ann. de Ch. et Ph.*, 8e série, t. XI, 1907) que sa molécule est *complètement* détruite par la dissolution dans l'eau. Aussi me suis-je adressé, pour étudier ce problème, à la dissolution dans l'alcool, qui est beaucoup moins brutale.

J'ai fait voir (*Comptes rendus*, 24 juin 1907) que le sulfate ferrique (anhydre

ou hydraté) peut affecter 5 états moléculaires distincts, présentant des propriétés bien différentes. De ces 5 variétés, 4 sont solubles dans l'alcool (à 96°), mais dans des conditions bien différentes. Tandis que pour 3 d'entre elles la dissolution se fait avec une extrême lenteur (1 ou 2 mois), pour la quatrième la dissolution est très rapide (à peine 1 heure). Les 4 dissolutions obtenues sont d'ailleurs identiques. Dans ces conditions, il est logique d'admettre que, tandis que les 3 premières variétés ne sont entrées en dissolution qu'à la faveur d'une lente transformation moléculaire provoquée par la petite quantité d'eau que renferme l'alcool, la quatrième y est au contraire soluble par nature.

C'est cette variété dont je me propose d'étudier la constitution. Sa composition est $Fe^2 3SO^4, 3H^2O$. Je rappelle dans quelles conditions on l'obtient. On part du sulfate hydraté *blanc* $Fe^2 3SO^4, 9H^2O$ dont la genèse est si curieuse (*Ann.*, *loc. cit.*) et que je considère comme le sel normal. Quand on maintient ce sel à 100°, il perd 6^{mol} d'eau. Il a alors subi une transformation complète. De blanc il est devenu jaune; de plus, tandis que le sel à $9H^2O$ exige plus d'un mois pour se dissoudre dans l'alcool, le sel à 3^{mol} se dissout en moins d'une heure. Ce seul fait est la preuve d'une transformation moléculaire profonde. La transformation n'est d'ailleurs réalisée que lorsque les 6^{mol} d'eau sont parties; car si l'on met au contact de l'alcool un produit plus riche en eau, celui-ci le dédouble en sulfate immédiatement soluble et en sulfate lentement soluble.

Suivant la théorie de M. Wyrouboff, le sel normal, le sulfate blanc, devrait être formulé $Fe^2(OH)^6, 3SO^4H^2 + 3H^2O$. L'hydrate ferrique et l'acide y sont en présence sans avoir donné lieu à échanges. Sous l'action de la chaleur, le sel normal a perdu, en plus des 3^{mol} d'eau supplémentaires (qui ne sont pas de l'eau de constitution), trois autres molécules provenant d'une saturation incomplète de l'hydrate ferrique par l'acide. Le nouveau sel $Fe^2 3SO^4, 3H^2O$ doit être formulé $(Fe^2 3SO^3)(OH)^6$; il ne doit plus posséder les propriétés d'un sel, mais il doit se comporter comme l'hydrate d'un radical complexe dont les six hydroxyles peuvent, ou bien être analogues aux hydroxyles alcooliques (cas de l'oxalate chromique), ou bien être, les uns alcooliques, les autres acides (cas du sulfate vert de chrome).

Je vais montrer que ces prévisions se réalisent, que le composé en solution alcoolique se comporte comme un complexe et qu'on peut y admettre l'existence de deux hydroxyles à fonction acide et aussi de deux de ces hydroxyles que M. Wyrouboff rapproche des hydroxyles alcooliques.

Le complexe est fragile. Pour constater son existence, il convient d'opérer de la façon suivante. A la solution alcoolique très étendue ($\frac{1}{100}$ normale) on mêle aussi brusquement que possible une solution *exactement* équivalente décinormale de chlorure de baryum. Dans ces conditions il ne se produit aucun précipité de sulfate de baryum; la liqueur est très légèrement louche. Or, dans les mêmes conditions, une solution alcoolique centinormale d'acide sulfurique donne un précipité de sulfate de baryum en gros flocons blancs. J'étudierai dans un autre travail le complexe ferrobarytique qui prend naissance dans cette réaction; je voulais seulement prouver l'existence du complexe.

L'existence de deux hydroxyles acides peut se manifester de plusieurs façons. En premier lieu, si l'on évapore dans le vide la solution alcoolique, on obtient une matière solide jaune qui a la composition $Fe^2 3SO^4, 2H^2O, 2C^2H^6O$ [1]. Dans cette matière, l'alcool est véritablement combiné avec le sulfate ferrique; ce n'est pas de l'alcool de cristallisation. Si, en effet, on étudie l'action de la chaleur sur ce composé, on constate qu'une des deux molécules d'eau part beaucoup plus facilement que l'autre et sans rien changer à l'aspect du produit (vers 105°), que l'autre part simultanément avec l'alcool (vers 115°) et que, pendant cette période, le produit subit une modification profonde, qui se traduit par un noircissement momentané de la matière et une forte odeur de caramel; puis la couleur noire disparaît et l'on a comme résidu du sulfate ferrique anhydre. *L'alcool était donc combiné intimement avec le sulfate.* Si, d'autre part, on dissout le composé dans l'eau, l'alcool se sépare à l'état libre, ce qui prouve qu'*il n'est pas uni avec l'acide sulfurique;* car, dans ce cas, on trouverait dans la dissolution aqueuse de l'acide sulfovinique [comme je l'ai constaté dans la décomposition par l'eau de l'éther éthylique de l'acide ferrisulfurique (*loc. cit.*)]. Il est donc logique d'admettre que l'alcool s'est uni au complexe par l'intermédiaire de deux hydroxyles acides et l'on peut formuler la combinaison ainsi :

$$Fe^2 3SO^4, 2H^2O, 2C^2H^6O = (Fe^2 3SO^3)(OH)^4(OC^2H^5)^2 + H^2O$$

en mettant en vedette la molécule d'eau qui part vers 100°.

On peut d'ailleurs constater directement la présence de deux hydroxyles acides dans la molécule de l'hydrate ferrique de la façon suivante. On précipite la solution alcoolique du sulfate par une quantité équivalente de

(1) Trouvé : Fe^2O^3, 1^{mol}; SO^3, $3^{mol},03$; C^2H^6O, $1^{mol},99$; H^2O, par diff., $1^{mol},99$.

soude en solution alcoolique. L'hydrate ferrique ainsi précipité est mis en contact avec 6^{mol} de soude dissoutes dans l'alcool à 90°. On porte à l'ébullition 5 minutes; si l'on titre alors la soude existant dans la liqueur alcoolique séparée de l'hydrate, on constate qu'il manque deux molécules de soude qui ont été fixées par l'hydrate (trouvé $1^{mol},98$).

J'ai dit qu'on peut admettre également l'existence de deux hydroxyles de même nature que ceux qui permettent la fixation de l'acide sulfurique par le sulfate vert de chrome dans la formation de l'acide chromosulfurique. On peut en effet considérer l'acide ferrisulfurique $Fe^2 3SO^4, SO^4H^2, 2H^2O$ (*Ann.*, *loc. cit.*) comme dérivant du complexe ferrique, de la façon suivante :

$$[Fe^2 3SO^3](OH)^6 + SO^4H^2 = H^2O + [Fe^2 3SO^3]O(OH)^4, SO^4H^2.$$

En résumé, le sulfate $Fe^2 3SO^4, 3H^2O$ se rapproche par sa constitution et ses propriétés du sulfate vert de chrome, $Cr^2 3SO^4, 5H^2O$. Il en diffère cependant : 1° en ce qu'il ne peut fixer qu'une seule molécule d'acide sulfurique, au lieu de trois que fixe le sulfate de chrome, propriété que celui-ci doit à la présence de 2^{mol} d'eau en plus, comme le montrent très bien les formules de M. Wyrouboff; 2° en ce que, par contre, il peut se combiner avec 2^{mol} d'alcool, propriété qu'il doit à la présence de deux hydroxyles acides, qui, dans le cas du sulfate chromique, sont inclus dans le complexe.

CHIMIE MINÉRALE. — *Formation et décomposition de corps anhydres; cas de l'anhydride iodique.* Note de M. **Marcel Guichard**, transmise par M. H. Le Chatelier.

Plusieurs auteurs ont insisté sur la difficulté d'*obtenir un corps pur par déshydratation d'un composé solide* (1).

J'ai moi-même observé que l'iodure cuivreux précipité conserve, après un séjour de 24 heures dans le vide sec, 0,2 pour 100 d'eau qu'on ne peut chasser qu'au-dessus de 150° (2).

Un changement d'état favorise le départ des dernières traces d'eau. La difficulté est particulièrement grande, si le corps n'est pas fusible sans se décomposer.

---

(1) Th. W. Richards, *Ber.*, 1907, t. XL, p. 2770. — Ph. Guye et Tsakalotos, *J. Ch. phys.*, 1909, p. 216.

(2) M. Guichard, *Comptes rendus* et *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. I, 1907, p. 897.

Si l'on se place au point de vue de mesures précises, *l'action de la chaleur sur un composé hydraté* présente, dans le cas général, successivement les phénomènes suivants:

A. Départ de l'eau combinée et occlusion ou adsorption par le corps anhydre d'une partie de cette eau.

B. Départ de l'eau adsorbée.

C. Décomposition du corps anhydre et occlusion ou adsorption d'une partie des produits gazeux de la décomposition par le résidu solide.

D. Départ des substances adsorbées.

La préparation du corps anhydre parfaitement pur suppose donc qu'il est possible d'éliminer non seulement *l'eau combinée*, mais aussi *l'eau adsorbée, à une température où le corps anhydre n'a pas commencé à se décomposer lui-même*.

On doit tenir compte de cette observation, même lorsque le corps anhydre est décomposable en éléments tous vaporisables, car, ainsi que je l'ai montré pour l'anhydride iodique ([1]), ces éléments peuvent être retenus, en partie, par occlusion dans la substance non encore décomposée, et *changer* dans une certaine mesure *sa composition globale*.

Dans le cas de l'acide iodique, la température à laquelle s'élimine l'eau n'est pas éloignée de la température de décomposition commençante de l'anhydride.

Il est donc ici indispensable de déterminer exactement cette température de décomposition commençante.

Pour chasser l'eau adsorbée, aussi complètement que possible, il conviendra d'attendre cette température; pour éviter toute adsorption d'iode et d'oxygène dans l'anhydride, il conviendra de ne pas dépasser cette même température.

Le dispositif suivant convient pour *déterminer la température de décomposition commençante* de substances qui se détruisent en dégageant des gaz.

Un appareil, entièrement en verre soudé, comprend une trompe à mercure, une jauge de Mac Léod, un tube desséchant, un tube renfermant un plus petit tube de silice transparente, où se trouve l'anhydride iodique.

J'ai déjà insisté sur le concours précieux qu'on trouve dans l'emploi de la jauge de Mac Léod pour l'étude des vitesses de faibles dégagements gazeux.

Lorsqu'on chauffe à température constante, dans le vide sec, de l'anhydride iodique

---

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 86.

obtenu par déshydratation à l'air de l'acide, il perd, avant de se décomposer, une très petite quantité de gaz.

Essais vers 200°. — 13g d'anhydride obtenus par l'iode et l'anhydride azotique ([1]) et séchés à l'air à 200° donnent, dans le vide, à 200°, en 28 heures, une variation de pression de $0^{mm},34$. Ensuite, en 247 heures, la pression n'a plus varié sensiblement.

Dans un autre essai, 10g d'anhydride préparés par l'iode et le chlorate de potasse, et purifiés par cristallisations dans l'acide azotique, ont été séchés à l'air, à 200°, puis maintenus dans le vide, à 15° plusieurs heures; on a obtenu :

A 190°, en	7^h	un accroissement de pression de	$0^{mm},27$
A 200°, en	48^h	»	$0^{mm},15$
A 205°, en	257^h	»	$0^{mm},038$

Vers 200°, il n'y aurait donc pas de décomposition appréciable; le faible dégagement observé au début, $0^{cm^3},08$ environ, correspond à des gaz occlus, qu'on peut l'évaluer à moins de $\frac{1}{1000000}$ du poids de l'anhydride, en admettant que 1^{cm^3} de ces gaz pèse 1^{mg} et qu'une très petite partie de ce dégagement doit être attribuée à la paroi du tube de verre ([2]).

Essai au-dessus de 200°. — En élevant la température on obtient :

	Accroissement de pression pour 100 heures.
°	mm
A 205	0,01
228	0,36
233	0,63
259	2,23

A chaque *température* maintenue *constante*, on observe que la *variation* de *pression* est *proportionnelle au temps*, ce qui s'explique, car la quantité de matière décomposée est extrêmement petite par rapport à la masse mise en expérience.

En tenant compte du volume de l'appareil et de ce fait que l'iode se condensant, les variations de pression sont dues à l'oxygène, les proportions d'anhydride iodique décomposé peuvent s'évaluer ainsi :

	En 100 heures.	
A 205°	0,1	cent-millième
228	4	»
233	7	»
259	27	»

Ces valeurs sont des minima; puisqu'une petite partie des éléments libérés a pu rester dans le solide à l'état d'occlusion.

([1]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. V, 1909, p. 22.

([2]) *Bull. Soc. chim.*, 4e série, t. IX, 1911, p. 438, et *Comptes rendus*, t. 152, p. 877.

Baxter et Tilley [1] ont trouvé que l'acide iodique se déshydrate vers 110°, mais que l'anhydre, porté à 240°, pendant 4 heures, dans un courant d'air sec, retient encore une trace d'eau.

On rendrait la dessiccation encore plus parfaite, en portant l'anhydride *jusqu'à* 250°, pendant 100 heures, par exemple, et *dans le vide sec.*

Dans ces conditions, *d'après les mesures données plus haut*, la décomposition ne portant que sur deux ou trois dix-millièmes, l'erreur due à l'occlusion de l'iode ou de l'oxygène par l'anhydride non décomposé pourrait être négligée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la monochlorurée sur les cétones.* Note de MM. **A. Béhal** et **A. Detœuf**, présentée par M. A. Haller.

La monochlorurée, que nous avons décrite dans une Note précédente, réagit d'une façon très régulière, en liqueur aqueuse, sur les cétones.

En employant des poids moléculaires égaux, on obtient des dérivés monochlorés. Le chlore se place toujours à côté de la fonction cétonique; si la molécule de la cétone est symétrique, on n'obtient qu'un seul dérivé; si elle est dissymétrique, on obtient les deux dérivés qu'on prévoit théoriquement. Dans ce cas, le carbone secondaire s'attaque plus facilement que le carbone primaire et le poids de dérivé secondaire obtenu est bien supérieur à celui du dérivé primaire. Pour les termes inférieurs, il n'y a pas d'oxydation et les rendements sont excellents.

Ces dérivés chlorés donnent avec la semi-carbazide des semi-carbazones chlorées. Fait intéressant, ces semi-carbazones perdent, sous l'influence de l'eau, de l'acide chlorhydrique et fournissent une fonction alcool, le groupement semi-carbazone ayant amené la mobilité de l'atome de chlore; on obtient ainsi des semi-carbazones des cétols.

La propanone fournit avec la chlorurée, en solution aqueuse au cinquième, employée en quantité à peu près théorique, de la chloropropanone. Au bout de 24 heures, la moitié de la chlorurée est transformée et la réaction est à peu près complète en 72 heures. On obtient en produit pur, bouillant à 170°, 85 pour 100 du rendement théorique. Il n'y a pas d'oxydation, car la liqueur reste neutre. La butanone réagit, en solution aqueuse au dixième, d'une façon progressive. Au bout de 24 heures, environ 25 pour 100 sont transformés et la réaction n'est complète qu'au bout de cinq jours. La liqueur reste neutre, il ne s'est donc pas formé de produits d'oxydation. Il se dépose

(1) *J. am. chem. Soc.*, février 1909.

une huile à la partie inférieure qu'on décante; la liqueur aqueuse surnageante distillée en fournit une nouvelle quantité. On isole par rectification à la pression ordinaire deux produits; le plus abondant bout à 117°-119° et le second à 135°-137°. Ces deux produits constituent deux monochlorobutanones. Le premier, dont le rendement est d'environ 50 pour 100, est le dérivé secondaire; le second, dont le rendement est de 10 pour 100, est de la chlorobutanone primaire.

Ces deux corps sont déjà connus et l'étude en a été faite par MM. Vladesco, Reymenant et plus récemment par M. Kling. Nous en avons fait les semi-carbazones. La semi-carbazone du dérivé secondaire fond à 127°. La semi-carbazone du dérivé primaire fond à 121°. Ces deux produits chauffés avec de l'eau, à l'ébullition, perdent de l'acide chlorhydrique et fournissent après traitement, à froid, par le carbonate de soude, deux produits non chlorés. Celui obtenu avec le dérivé secondaire fond à 185°. La combustion et le dosage d'azote concordent avec la formule

$$\begin{array}{l} CH^3 - CHOH - \underset{\substack{\| \\ N - NH - CO - NH^2}}{C} - CH^3 \end{array}$$

Or M. Kling (Thèse de doctorat) a obtenu avec le méthylacétol, par l'action de la semi-carbazide, une semi-carbazone fondant à 185°. Nous avons comparé les deux produits, M. Kling nous ayant remis obligeamment une petite quantité de son produit, et nous les avons trouvés identiques : aspect de longs prismes à base carrée, même point de fusion, soit seuls, soit mélangés. L'introduction du reste semi-carbazinique a donc amené le remplacement de l'atome de chlore par un oxhydryle.

Le produit obtenu avec la chlorobutanone primaire fond à 136°-138° et son analyse indique une constitution analogue à celle du dérivé secondaire.

Michael, en chauffant la semi-carbazone de la chloropropanone avec de l'eau, a obtenu un corps fusible à 200°-202° auquel il attribue une formule cyclique, mais renfermant une molécule d'eau de cristallisation

$$\left.\begin{array}{l} CH^3 - C = N - NH \\ \quad\;\; | \\ \quad\;\; CH^2 - NH \end{array}\right\rangle CO, H^2O$$

et Nef, de son côté, a préparé la semi-carbazone de l'acétol dont il donne pour point de fusion 195°-200°. Il paraît évident, en conformité avec nos expériences, que le corps obtenu par Nef est identique au produit de Michael et que ce dernier ne possède pas de formule cyclique.

La chlorurée, en solution aqueuse au cinquième, agit sur la méthylhexylcétone pour donner de la choroctanone. On procède, ici, en agitant méca-

niquement. Cette réaction se distingue des précédentes en ce que la liqueur devient acide et qu'il se dégage une certaine quantité de gaz. On peut, par rectification dans le vide, séparer une chloroctanone bouillant à 104°-108° sous 20^{mm}, cristallisant par refroidissement dans le chlorure de méthyle et fondant à — 25°. Sa densité à 0° est de 1,0034 et à 20° de 0,985. Sa semicarbazone fond à 133°.

L'acétophénone se chlore exclusivement dans la chaîne latérale et fournit de l'ω-chloracétophénone.

Les cétones cycliques se chlorent d'une façon très régulière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'aldéhyde tétrolique et de son acétal.* Note de M. **P.-L. Viguier**, présentée par M. A. Haller.

Quelques réactions de l'aldéhyde tétrolique ont déjà fait l'objet d'une Communication précédente (¹). L'obtention de quelques nouveaux dérivés et l'étude plus particulière du corps obtenu en fixant 1^{mol} d'alcool sur l'acétal tétrolique sont exposés dans la présente Note.

I. *Condensation de l'aniline, de la phénylhydrazine et de l'uréthane avec l'aldéhyde tétrolique :*

1. *Aniline.* — Il a été impossible d'obtenir un dérivé résultant de la condensation de 1^{mol} d'aldéhyde et de 1^{mol} d'aniline. Mais, par contre, si l'on agite, à froid, l'acétal tétrolique avec une solution de chlorhydrate d'aniline, on obtient rapidement un précipité jaune, presque insoluble dans l'eau, qui cristallise dans l'alcool aqueux en prismes orangés se décomposant vers 160°. L'analyse de ce corps concorde avec la formule

$$CH^3 - C(NHC^6H^5) = CH - CH = NC^6H^5, HCl.$$

Cette constitution a été admise par analogie avec les résultats obtenus par Claisen (²) et ses élèves dans l'étude des aldéhydes propargylique et phénylpropargylique.

2. *Phénylhydrazine.* — De nombreux essais de préparation de la phénylhydrazone n'ont conduit qu'à des liquides colorés, visqueux, incristallisables. Mais par distillation de ces produits on a isolé assez facilement une quantité notable de *1-phényl-5-méthylpyrazol* dont la formation s'explique aisément.

3. *Uréthane.* — L'acétal tétrolique (1^{mol}) agité avec une solution aqueuse d'uréthane (2^{mol}) et quelques gouttes de HCl, se dissout rapidement. Puis la liqueur se trouble

(¹) P.-L. Viguier, *Comptes rendus,* t. 152, p. 1490.

(²) Claisen, *Ber. der deutschen chem. Gesellsch.*, t. XXXVI, p. 3664.

et se remplit bientôt d'une masse formée d'aiguilles extrêmement fines. Le dérivé obtenu est recristallisé dans l'alcool (aiguilles). Il est à peu près insoluble dans l'eau et l'éther de pétrole, soluble dans l'alcool, la benzine, le chloroforme. Il fond à 188°-189° et se sublime nettement. Chauffé avec de l'eau acidulée il régénère l'aldéhyde tétrolique, ce qui conduit à admettre la formule

$$CH^3 - C \equiv C - CH = (NHCO^2C^2H^5)^2,$$

avec laquelle s'accorde l'analyse.

II. *Acétal β-éthoxycrotonique* $CH^3 - C(OC^2H^5) = CH - CH(OC^2H^5)^2$. — On réalise facilement la fixation d'alcool sur l'acétal tétrolique en chauffant quelques heures à 140°, dans un matras de Würtz, l'acétal (40g) avec de l'éthylate de sodium (6g de sodium dans 100g d'alcool absolu). Le mélange, resté à peu près incolore, est additionné d'eau, traité par un courant de gaz carbonique pour transformer la soude en carbonate, puis extrait à l'éther. La solution éthérée est séchée, puis fractionnée sous pression réduite : la majeure partie du produit obtenu passe de 82° à 86° sous 15mm. On obtient ainsi un liquide incolore, ayant une légère odeur d'anis, et distillant à 190°-195° sous la pression ordinaire; $d_{21°} = 0,908$; $n^{D}_{21°} = 1,430$.

L'analyse de ce corps donne la formule brute $C^{10}H^{20}O^3$. J'ai admis la la constitution indiquée ci-dessus et je me suis efforcé de la justifier en vérifiant les conséquences qu'on peut en déduire *a priori*, en particulier la possibilité d'obtenir, à partir de ce corps, des dérivés de l'aldéhyde acétylacétique.

1. *Hydrolyse*. — Une goutte d'acétal β-éthoxycrotonique colore *peu à peu* et finalement d'une façon intense une solution hydroalcoolique de chlorure ferrique. D'autre part l'hydrolyse par l'eau acidulée, ou même par l'eau pure, conduit, lentement à froid, rapidement à chaud, à un corps cristallisé. Ce corps, après purification dans l'alcool ou l'acide acétique, forme des aiguilles incolores fondant à 163°; l'analyse lui donne la formule $C^{12}H^{12}O^3$ du *triacétylbenzène*, déjà obtenu par Claisen (1) par polymérisation spontanée de l'aldéhyde acétylacétique.

Dans d'autres expériences, on a distillé l'acétal avec de l'eau acidulée par l'acide sulfurique : on obtient ainsi un liquide aqueux d'odeur spéciale, à réaction acide, colorant *instantanément* le chlorure ferrique et donnant bientôt spontanément des aiguilles de trialcétylbenzène. Ce liquide, additionné d'acétate de cuivre, donne une solution vert foncé dont l'éther extrait un sel bleu, vraisemblablement le dérivé cuprique de l'aldéhyde acétyl-

(1) Claisen, *Ber. der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXI, p. 1144, et t. XXII, p. 3274.

acétique. Il a malheureusement été impossible d'obtenir une quantité de ce sel suffisante pour une analyse.

2. *Condensation avec la semicarbazide.* — Si l'on agite l'acétal β-éthoxycrotonique (1^{mol}) avec une solution concentrée de chlorhydrate de semicarbazide (1^{mol}), on obtient bientôt un précipité cristallin. Ce dérivé, très soluble dans l'alcool, soluble dans l'eau et la benzine, peu soluble dans l'éther de pétrole, cristallise en lamelles nacrées (pétrole) ou en aiguilles incolores (benzine) fondant à 127°-128°. L'analyse de ce corps conduit à la formule $C^5H^7ON^3$, et sa constitution doit être représentée par le schéma

```
        CH³ — C = CH
              |    |
NH² — CO — N    CH
              \  //
               N
```

En effet, Bouveault [1] à partir de l'acétylacétone, puis Posner [2] à partir de nombreuses β-dicétones, ont obtenu par l'action de la semicarbazide des dérivés de constitution semblable. J'ai d'ailleurs vérifié, comme l'indique Posner, que le corps précédent, chauffé avec un acide, perd du gaz carbonique, de l'ammoniaque et donne le 5-méthylpyrazol, et que de même, avec le nitrate d'argent ammoniacal, il donne le dérivé argentique de ce méthylpyrazol.

3. *Oxydation.* — L'acétal β-éthoxycrotonique s'oxyde spontanément à l'air en donnant un produit cristallisé. J'ai pu reproduire ce corps en envoyant dans une petite quantité d'acétal un courant lent d'oxygène humide. Le produit d'oxydation cristallise dans l'alcool en prismes incolores fondant en se décomposant vers 140°. Il est à peu près insoluble dans l'eau froide, mais soluble dans les solutions alcalines; il semble se dissoudre peu à peu dans l'eau chaude, mais en réalité il est alors détruit, car on ne retrouve plus rien par évaporation. Il colore lentement le chlorure ferrique. L'analyse donne à ce corps la formule $C^6H^{10}O^3$, ce qui, avec les propriétés précédentes, conduit à le considérer comme étant l'*acide β-éthoxycrotonique* $CH^3 - C(OC^2H^5) = CH - CO^2H$ déjà étudié par Friedrich [3] et par Nef [4] et dont la formation s'explique aisément.

---

(1) BOUVEAULT, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XIX, p. 77.
(2) POSNER, *Ber. der deutsch. chem. Gesell.*, t. XXXIV, p. 3973.
(3) FRIEDRICH, *Lieb. Ann.*, t. CCXIX, p. 328.
(4) NEF, *Lieb. Ann.*, t. CCLXXVI, p. 224.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les substances solubles qu'on rencontre dans le plasma des tubercules de pommes de terre.* Note de M. G. ANDRÉ, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai étudié, il y a peu de temps (*Comptes rendus*, t. 152, 1911, p. 1857), la façon dont une substance soluble, telle que le sel marin, contenue normalement dans les tubercules de pomme de terre ou introduite artificiellement, diffusait hors de ces tubercules immergés dans l'eau distillée rendue aseptique par addition d'une petite quantité de formol. Ce sujet prend un intérêt particulier lorsqu'on examine la rapidité avec laquelle les constituants nutritifs normaux (azote, acide phosphorique, potasse) s'échappent dans l'eau au sein de laquelle on les plonge. Dans le tubercule de pomme de terre, l'azote se rencontre sous la forme albuminoïde, partiellement au moins; mais il existe des composés azotés plus simples et plus diffusibles : ce sont ces derniers qui sortent le plus facilement par exosmose. L'acide phosphorique est engagé dans des combinaisons complexes; une partie cependant est combinée avec certaines bases, la potasse notamment.

I. J'ai d'abord cherché quelle était la fraction de l'azote, de l'acide phosphorique, de la potasse qui existe à l'état de simple dissolution dans l'eau dont les tubercules sont gorgés (ceux-ci en renferment 80 pour 100 environ). A cet effet, j'ai songé à déplacer ce liquide, sans en changer la composition, en immergeant les tubercules dans l'éther. Ce procédé de déplacement a été indiqué, il y a longtemps déjà, par Legrip (1876). Dans ces conditions, une partie de l'eau contenue dans l'organe s'échappe, entraînant avec elle les substances qu'elle tenait en dissolution. Lorsque la couche aqueuse qui se rassemble au fond du flacon n'augmente plus, on enlève l'éther surnageant, lequel, ainsi que je m'en suis assuré, n'a dissous que des quantités insignifiantes de matière. Le liquide aqueux est évaporé, d'abord dans le vide pour le débarrasser d'éther. Sur un volume connu de ce liquide, évaporé à sec à 100°, on dose : 1° l'azote total par le procédé Kjeldahl; 2° le phosphore total par une attaque à l'acide nitrique fumant, additionné d'un peu de nitrate de potassium, pour éviter les pertes qui pourraient se produire si l'on effectuait ce dosage sur l'extrait sec inciné (procédé Joulie); 3° la potasse totale après incinération à basse température.

II. Comme sujet d'expérience, j'ai pris des pommes de terre nouvelles

telles que celles qu'on vend sur le marché de Paris à la fin du mois de mars et qui proviennent, soit du midi de la France, soit de l'Algérie où elles sont plantées au mois de décembre. Leur végétation, assez rapide, dure une centaine de jours.

Un poids de 681^g,5 de tubercules frais (représentant un poids de 138^g,54 de matière sèche) a été découpé en menus fragments. Ceux-ci ont été ensuite immergés complètement dans l'éther. Au bout de 4 jours, la couche aqueuse qui s'était réunie au fond n'augmentait plus. Évaporé dans le vide et analysé, ce liquide aqueux contenait :

Azote	0^g,4475
Acide phosphorique	0,1900
Potasse (K^2O)	0,9040

Si l'on prend le rapport moléculaire $\frac{PO^4H^3}{K^2O}$, on voit qu'il existe dans cette solution une quantité de potasse très supérieure à celle qui est nécessaire à la neutralisation de l'acide phosphorique. Ceci indique que, si une partie de la potasse est combinée à l'acide phosphorique, une autre partie s'y trouve à l'état de sels organiques (citrates).

Le poids de 681^g,5 de tubercules frais renfermait :

Azote	2^g,4916
PO^4H^3	0,9508
K^2O	3,2442

Chacun de ces chiffres représente la somme de deux poids : le premier est le poids de matière contenue dans le liquide aqueux que l'éther a déplacé, le second est le poids de matière restant dans les tubercules après action de l'éther.

On déduit des chiffres précédents que le liquide aqueux déplacé par l'éther a entraîné 17,96 pour 100 de l'azote total, 19,98 de l'acide phosphorique, 27,86 de la potasse. Quelle que soit la forme qu'elles affectent dans le tubercule lui-même, on peut considérer que les substances ainsi déplacées par l'éther constituent la partie la plus diffusible des matières alimentaires du tubercule, celles qui, par conséquent, se trouvent à l'état amidé dans le cas de l'azote, à l'état de sels minéraux et organiques en ce qui concerne l'acide phosphorique et la potasse.

J'ai comparé ce déplacement avec celui que fournissent des tubercules cultivés sous le climat de Paris, récoltés à l'automne. La quantité de matière déplacée a été moindre que dans le cas des pommes de terre nouvelles. On

peut expliquer le fait en pensant que les premières ont été récoltées après maturité complète, les organes aériens du végétal étant desséchés; tandis que, dans le cas des pommes de terre nouvelles, la partie aérienne est encore verte et les tubercules n'ont pas atteint leur degré complet de maturité. L'azote, en particulier, s'y rencontre en plus forte proportion à l'état amidé soluble.

L'éther ne déplace jamais la totalité de l'eau contenue dans les tubercules, ainsi que je m'en suis assuré en faisant des macérations prolongées dans ce liquide. Mais, dans l'eau distillée, on arrive à un déplacement beaucoup plus complet, comme je l'établirai ultérieurement.

On peut admettre, mais avec quelques réserves, en ce qui concerne l'azote et l'acide phosphorique des tubercules de pommes de terre nouvelles, que la quantité de ces deux substances déplacée par l'éther représente *l'état actuel de ces éléments simplement dissous* dans l'eau contenue normalement dans les tubercules.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la transpiration des plantes grasses; influence de la lumière.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que la lumière diffuse augmente peu la transpiration des plantes, vertes ou sans chlorophylle, tandis que la lumière solaire rend la transpiration beaucoup plus intense, mais seulement chez les plantes vertes. J'ai été amené à étudier les plantes grasses à ce point de vue. J'ai opéré sur l'*Euphorbia mexicana*, diverses espèces de *Sempervivum*, de *Sedum*, de *Crassula* et de *Mesembrianthemum*. Les quantités de vapeur d'eau dégagées étaient évaluées par la perte de poids du rameau mis en expérience. Cette méthode n'a pas d'inconvénient avec des plantes qui ne se flétrissent pas, lorsqu'on les laisse exposées au Soleil pendant plusieurs heures sans remplacer l'eau perdue par la transpiration.

Je citerai seulement une série d'expériences qui représente à peu près la moyenne de celles que j'ai faites.

Deux rameaux d'*Euphorbia mexicana* (tige charnue dépourvue de feuilles) sont exposés en plein air, l'un au Soleil et l'autre à l'ombre, le 5 novembre, de 9^h à 11^h; la température, qui a varié d'une façon régulière, a été notée à plusieurs reprises :

	Température.	Poids à 9^h.	Poids à 11^h.	Perte de poids.
Soleil	18°-24°	2g,479	2g,436	0g,043
Ombre	13°-16°	2g,785	2g,760	0g,025

La transpiration a été plus forte au Soleil qu'à l'ombre, mais la différence est bien moindre que pour les plantes non grasses. De plus, une partie de cette différence doit être attribuée à la température plus élevée au Soleil. Pour apprécier l'influence de la température, j'ai fait avec les mêmes matériaux une seconde expérience où les deux tiges, soumises à un éclairement égal (lumière diffuse) étaient exposées à des températures différentes, l'une dans une étuve, l'autre sur une table. Pour rendre les conditions égales, les rameaux étaient placés dans de grands flacons fermés dont l'atmosphère était desséchée avec du chlorure de calcium; la températnre était mesurée à l'intérieur des flacons :

	Température.	Poids à 10^h.	Poids à 11^h40^m.	Perte de poids.
Étuve..............	20°-27°	2^g,871	2^g,829	0^g,042
Table..............	17°-18°	2^g,482	2^g,459	0^g,023

Le dégagement de vapeur d'eau dû à une élévation de température, à éclairement égal, et rapporté au poids des plantes en expérience, est comparable à celui qui résulte d'une augmentation simultanée de température et d'éclairement; le remplacement de la lumière diffuse par la lumière solaire n'a donc qu'une influence accélératrice faible.

Une troisième expérience montre que l'influence de la lumière diffuse, bien que faible, est sensible. Deux rameaux d'Euphorbe comparables étaient placés sous des cloches dont l'atmosphère était desséchée par le chlorure de calcium. La température (14°) était la même sous les deux cloches, dont l'une était à l'obscurité et l'autre exposée à la lumière diffuse devant une fenêtre :

	Poids à 9^h30^m.	Poids à 11^h20^m.	Perte de poids.
Lumière	2^g,725	2^g,700	0^g,025
Obscurité..........	2^g,345	2^g,325	0^g,020

En comparant les trois expériences, on voit que l'influence de la lumière diffuse par rapport à l'obscurité est plus forte que l'influence de la lumière solaire par rapport à la lumière diffuse. L'action de la lumière diffuse est à peu près la même que pour les plantes non grasses, qu'elles soient vertes ou non vertes; la lumière solaire au contraire ne paraît agir que par l'élévation de température qu'elle entraîne.

Ces résultats, qui ont été vérifiés sur onze espèces de plantes grasses, d'une façon d'autant plus nette que ces plantes étaient mieux adaptées à un climat sec, peuvent servir à mieux comprendre le mécanisme de la transpiration. On considère généralement la transpiration comme une fonction du protoplasma et de la chlorophylle, l'augmentation de transpiration des plantes vertes à la lumière devant seule être attribuée à la chlorophylle. Or on sait que, lorsque les plantes sont tuées, le dégagement de vapeur d'eau augmente; le rôle de la plante vivante est donc plutôt de retenir l'eau que de la dégager. De plus, la formation et le dégagement de vapeur d'eau ont lieu, non point au contact du protoplasma et de la chlorophylle, mais seu-

lement à la surface de la membrane. Il semble donc que c'est surtout de l'état de la membrane que doit dépendre l'intensité de la transpiration. On sait d'autre part que la perméabilité de la membrane protoplasmique est augmentée par la lumière et la chaleur. Il est donc naturel que l'évaporation soit plus active à la surface d'une membrane plus perméable. La transpiration très forte des plantes mortes proviendrait alors tout simplement de ce que les membranes sont devenues très perméables.

On conçoit que l'action de la lumière sur la perméabilité puisse être plus ou moins forte; très marquée chez les plantes ordinaires, elle peut devenir moindre chez les plantes grasses adaptées à un climat sec. La faible perméabilité des membranes et surtout la faible augmentation de perméabilité sous l'action d'une lumière intense serait donc un des traits principaux de l'adaptation des plantes grasses à un climat sec. L'augmentation de perméabilité des membranes des cellules vertes à la lumière rend plus faciles les échanges gazeux, et peut ainsi être considérée comme une adaptation à l'assimilation du carbone. Cette remarque s'accorde d'ailleurs avec le fait que les échanges gazeux sont peu intenses chez les plantes grasses.

L'intensité très grande de la transpiration des plantes vertes à la lumière solaire doit donc être attribuée : 1° à l'élévation de la température; 2° à l'augmentation de perméabilité des membranes protoplasmiques. La seconde cause, en général la plus importante, joue un rôle secondaire chez les plantes grasses.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence du chlorhydrate de triméthylamine sur les échanges nutritifs*. Note ([1]) de MM. **Desgrez**, **P. Regnier** et **R. Moog**, présentée par M. Ch. Bouchard.

L'un de nous a montré ([2]) que la choline, base très répandue dans notre économie, se comporte comme un excitant des sécrétions externes qui deviennent non seulement plus abondantes, mais encore plus actives, et il a émis l'opinion que cette action doit être rapportée au groupement de la triméthylamine [$N(CH^3)^3$] contenu dans la choline. MM. Gley et L. Camus ([3])

([1]) Présentée dans la séance du 4 décembre 1911.

([2]) A. Desgrez, *Comptes rendus*, t. 135, 1902, p. 52.

([3]) *Arch. des Sc. biolog.*, t. XI, *Supplément*, 1904, p. 201, Saint-Pétersbourg.

ont confirmé cette manière de voir en établissant que la triméthylamine exerce, en effet, une action stimulante sur les sécrétions salivaire et pancréatique. Ces premiers résultats autorisaient à supposer qu'une telle action peut également s'exercer sur les sécrétions internes et sur les processus nutritifs qui en dépendent. Comme l'abondance et l'activité des sécrétions internes ne sauraient être évaluées par des mesures directes, nous avons eu recours à la méthode indirecte consistant à déterminer les modifications des échanges produites par action du chlorhydrate de la base injecté sous la peau ou simplement ingéré. Effectuées sur le cobaye, sur le lapin, puis sur l'homme, nos recherches ont porté sur le métabolisme des matières azotées et des composés ternaires.

I. Expériences sur les animaux. — 1° *Élaboration azotée.* — Nous avons fait six expériences, cinq sur le cobaye et une sur le lapin. Elles ont porté sur des animaux mâles, sensiblement de même âge et de même poids, au moins pour les séries comparées entre elles. Ces animaux étaient soumis à un régime d'entretien composé de son et de choux et réunis par série de quatre. La durée de ces expériences a varié entre 11 et 31 jours. Nous avons constamment trouvé, pour les animaux qui recevaient le chlorhydrate, une diminution de l'azote éliminé pendant toute la durée de l'observation.

Nous donnons, à titre d'exemple, les quatrième et cinquième expériences :

	Azote éliminé par kilogramme d'animal pendant toute la durée de l'expérience.	
	Animaux témoins.	Animaux injectés.
Quatrième expérience. — Durée 25 jours (injection de 0g,01 de sel par cobaye)	6g,60	4g,64
Cinquième expérience. — Durée 11 jours (expérience faite avec les mêmes animaux que la précédente, mais en renversant le sens, les injectés devenant les témoins)	4g,51	2g,33

2° *Échanges respiratoires.* — Nous avons employé la méthode de Pettenkofer et Voit, modifiée, dans une étude préalable, pour l'application aux petits animaux (1). Les expériences ont porté sur le cobaye recevant le chlorhydrate par voie buccale (0g,003 par animal); on mesurait les échanges avant et après l'ingestion.

(1) R. Moog, *Comptes rendus Soc. de Biologie*, t. LXXI, p. 250.

		O^2 consommé par heure.		CO^2 éliminé par heure.		$\frac{CO^2}{O^2}$.	
		Avant ingestion.	Après.	Avant ingestion.	Après.	Avant ingestion.	Après.
		g	g	g	g	g	g
Cobaye A.	En pleine digestion..........	1,182	1,471	1,594	1,920	0,975	0,943
	Après 4 heures de jeûne......	0,932	1,026	1,110	1,145	0,858	0,806
Cobaye B.	Après 5 heures de jeûne......	1,040	1,380	1,240	1,422	0,863	0,744
	Après 7 » »	0,946	1,045	1,093	1,160	0,836	0,804
	Après 24 » »	0,735	1,003	0,008	0,975	0,790	0,703

II. Observations sur l'homme. — M. Ch. Bouchard a montré autrefois que le chlorhydrate de triméthylamine diminue l'élimination de l'urée. C'est un résultat de même sens que nous avons retrouvé et indiqué plus haut pour le cobaye et le lapin, aussi n'avons-nous pas jugé utile de répéter cette recherche sur l'homme. Nous avons cru important de déterminer les variations du poids et des échanges respiratoires.

1° *Variations de poids.* — Les sujets sur lesquels ont porté nos observations et qui étaient tous plus ou moins atteints d'obésité, se sont astreints à maintenir constant, pendant toute la durée de l'expérience, le régime qui leur était habituel. Chacun d'eux recevait $0^g,05$ de chlorhydrate le matin, à jeun, et autant le soir, vers 7 heures. Nous avons toujours constaté une diminution du poids initial, la différence variant entre $1^{kg},500$ et 6^{kg} pour des durées d'observation variant entre 1 et 4 mois.

2° *Échanges respiratoires.* — Ces échanges ont été mesurés sur deux hommes : D et R. R prenait le chlorhydrate à midi et le soir. D, le matin, à jeun, et le soir. Les dosages étant faits pour D et pour R le matin, vers 10^h, on s'explique ainsi que l'effet, qui atteint son maximum 2 heures après ingestion du chlorhydrate, soit nettement plus marqué pour D que pour R.

Les échanges ont été déterminés par la méthode employée par MM. Guillemard et Moog dans leurs recherches relatives à l'influence de l'altitude sur la nutrition [1]. Nous ne donnerons ici que les moyennes des dosages dont le Tableau complet figurera dans le Mémoire :

		Débit respiratoire par heure.	CO^2 exhalé p. 100.	O^2 absorbé p. 100.	CO^2 exhalé par heure.	O^2 absorbé par heure.	$\frac{CO^2}{O^2}$.
		l			l	l	
Sujet R.	Avant le traitement...........	307	3,40	3,84	10,42	11,60	0,90
	Pendant le traitement.........	300	3,34	4,12	10,10	12,42	0,81
Sujet D.	Avant le traitement...........	442	2,53	3,05	11,19	13,49	0,83
	Pendant le traitement.........	438	2,68	3,59	11,72	15,68	0,75

Conclusions. — Dans les conditions de nos observations, le chlorhydrate de triméthylamine produit donc : 1° une épargne de la matière protéique dont la désassimilation est ralentie ; 2° un accroissement de la destruction

[1] *Journ. de Physiol. et de Pathol. gén.*, t. XII, p. 869.

des composés ternaires. Cette dernière modification des échanges porte principalement sur les corps gras, ainsi que l'indiquent la perte de poids des sujets et, mieux encore, l'augmentation de l'oxygène consommé et la diminution du quotient respiratoire. Il y a donc lieu de penser que la triméthylamine, base qui se trouve dans notre économie à l'état de liberté et de combinaison, excite les sécrétions internes comme les sécrétions externes. Nous continuons ces recherches.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action des sels sur la coagulation du sang.* Note de M. C. **Gessard**, présentée par M. E. Roux.

J'ai étudié l'action des sels sur la coagulation du sang. MM. M. Arthus et C. Pagès ont montré, dans une expérience bien connue, que le sang ou le plasma sanguin, additionné d'un oxalate, partant décalcifié, ne se coagule pas; que ce sang oxalaté redevient coagulable quand on y ajoute un sel de chaux soluble. Une théorie en est née, qui attribue à la chaux un rôle de première importance dans la formation même de la diastase coagulante, fibrine-ferment ou plasmase, qui ne se trouverait pas d'abord toute formée dans le sang. Une autre théorie relève, dans l'expérience susdite, que l'oxalate n'empêche la coagulation que sous une quantité supérieure à celle qui serait nécessaire pour précipiter la chaux du sang, que la strontiane peut être substituée à la chaux pour provoquer la coagulation du sang décalcifié, et ne voit là, en conséquence, que les effets alternatifs de l'antagonisme de sels empêchant et favorisant sur l'action de la diastase préexistante (1). C'est l'interprétation qui me semble la plus applicable aux expériences qui suivent, faites avec des sels sans action chimique sur les composés calciques.

Recueillons du sang de cheval, au sortir de la jugulaire, à raison de 75^{cm^3} par flacon d'une série de solutions de chlorure de magnésium, $MgCl^2, 6H^2O$ sec, aux doses croissantes de 2^g, 3^g, 4^g dans 25^{cm^3} d'eau distillée.

De chacun des plasmas magnésiens fournis par dépôt des globules après 72 heures, faisons une dilution de 1^{cm^3} dans 4^{cm^3} d'eau distillée. Au bout d'un certain temps, 2 coagule, cependant que 3 et 4 restent indéfiniment liquides. Introduisons dans chacun de ces deux derniers une goutte de solution au dixième de chlorure de calcium cristallisé : 3 coagule, 4 reste liquide et ne peut coaguler que par addition de sérum de cheval (une goutte) spontanément exsudé d'un caillot.

---

(1) Cette théorie a été particulièrement soutenue par E. Duclaux (*Traité de Microbiologie*, t. II), dont je me suis beaucoup inspiré dans cette étude.

C'est-à-dire qu'en 2 la concentration saline mettait seule obstacle à la coagulation dont les facteurs, plasmase et fibrinogène, restaient intacts, comme la dilution en a témoigné; en 4 la diastase manquait et dut être empruntée au sérum qui en contient naturellement; la dose de 3g de sel magnésien, intermédiaire entre ces deux extrêmes, a réduit la diastase, en force ou en quantité cela n'importe à l'effet univoque, et le chlorure de calcium est venu en aide à la diastase affaiblie avec sa puissance coagulante propre [1].

L'obstacle à la coagulation peut résulter d'un mécanisme un peu différent, qui revient à pareille mise en jeu de forces antagonistes. Au lieu de variations dans le taux du sel employé comme dans l'expérience précédente, c'est un taux invariable de sel, de chlorure de sodium, avec quoi la coagulation est d'abord compatible moyennant dilution, comme tout à l'heure avec les 2g de chlorure de magnésium, qui devient empêchant du fait de l'affaiblissement de la diastase par l'effet du temps.

Pour les mêmes proportions de sang et d'eau que ci-dessus avec 5g de chlorure de sodium, réalisons un plasma salé, dont la dilution de 1^{cm^3} dans 4^{cm^3} d'eau coagule. Après un certain temps de conservation de ce plasma (11 jours suffirent dans une de mes expériences), la coagulation n'a plus lieu dans les mêmes conditions. Elle est reproduite moyennant l'addition d'une goutte de solution de chlorure de calcium.

Le degré de dilution du plasma offre un nouvel exemple des contingences dont dépend le phénomène de la coagulation, en raison de la sensibilité de la diastase aux variations de son milieu originel. Ce même plasma salé, dans le temps qu'il coagule par la dilution dans 4 parties d'eau, reste indéfiniment liquide à la dilution dans 19 parties. Une goutte de solution de chlorure de calcium rend encore la coagulation possible à ce degré extrême de dilution.

D'autre part, il peut se trouver que dans des conditions de titre salin, de durée de conservation et de degré de dilution voisines des conditions qui viennent d'être envisagées, la coagulation, si elle ne fait défaut, se produise seulement après un long temps, que l'addition du sel de chaux peut abréger singulièrement.

Ainsi, dans tous les cas où, par quelque circonstance adventice, la coagulation manque ou retarde, alors même que n'est pas affectée la teneur originelle en chaux du liquide apte à coaguler, le sel de chaux intervient aussi efficacement pour contrebalancer toute influence contraire et renforcer

---

(1) Le chlorure de strontium a donné le même résultat.

l'action coagulante. On est, dès lors, conduit à penser que ce doit être aussi son mode d'intervention dans l'expérience de MM. Arthus et Pagès, au regard de l'oxalate en excès, dont l'effet décalcifiant est d'ailleurs le moindre inconvénient, comme l'ont fait voir Peckelharing et Hammarsten avec le succès de coagulations en l'absence de chaux.

Au surplus, pour le sel de chaux même, se vérifie l'importance de la dose qui est prédominante dans l'action des sels sur les diastases, comme le chlorure de magnésium vient de nous en donner des preuves.

A nos doses accoutumées de sang et d'eau, avec 2^g de chlorure de calcium cristallisé, nous pouvons empêcher la coagulation du sang et recueillir un plasma calcique qui ne diffère pas, de propriétés, des plasmas que donnent, à la même dose et dans les mêmes conditions, le chlorure de magnésium et les autres chlorures alcalino-terreux; et dans tous ces cas la dilution dans 4 parties d'eau est également efficace à provoquer la coagulation. Empêchante ou favorisante, et souvent l'une et l'autre alternativement, c'est toute l'action des sels qu'on fait intervenir expérimentalement dans la coagulation du sang.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Étude sur la coagulation de l'albumine par la chaleur. Conséquences au point de vue du dosage de l'albumine urinaire en particulier.* Note de M. **Lucien Vallery**, présentée par M. A. Dastre.

En précipitant l'albumine urinaire par la chaleur en présence des acides (acides acétique et trichloracétique) et des électrolytes (chlorhydrate d'ammoniaque, sulfate de soude) qu'on ajoute couramment, nous avons obtenu des chiffres notablement inférieurs à ceux obtenus de la façon suivante :

Nous précipitons l'albumine par le réactif de Tanret à chaud et nous lavons le précipité d'abord à l'eau bouillante, puis à l'alcool bouillant, jusqu'à ce que celui-ci ne précipite plus par le nitrate d'argent.

Le filtrat provenant de la coagulation par la chaleur, repris par le réactif de Tanret à chaud, donne un nouveau précipité qui ajouté au premier donne un chiffre égal à celui qu'on obtient en opérant d'emblée avec le réactif. Nous nous sommes assuré que le précipité obtenu avec le réactif de Tanret et lavé comme nous l'avons indiqué, ne contient plus de biiodure de mercure.

De plus, nous avons pu généraliser les résultats que nous avons déjà publiés dans le *Bulletin de la Société de Pharmacie de Bordeaux* relativement à un simple cas particulier, à savoir : que lorsqu'on précipite l'albumine par le réactif de Tanret, la pro-

portion de mercure précipitée, étudiée en fonction des quantités d'albumine mise en expérience, varie suivant une portion d'hyperbole équilatère.

On peut conclure de ces résultats :

1° Que la coagulation de l'albumine urinaire par la chaleur, en présence des acides et des électrolytes qu'on ajoute couramment, considérée jusqu'ici comme le procédé de dosage le plus rigoureux de cet élément, n'est pas intégrale;

2° Qu'au contraire, le réactif de Tanret paraît la précipiter complètement et ne forme probablement avec elle, ainsi que le réactif d'Esbach, que de simples combinaisons d'adsorption, complètement dissociables par des lavages convenables, et permettant de ce corps un dosage rigoureux;

3° Que la proportion d'albumine coagulée par la chaleur semble résulter d'un équilibre entre la coagulation et la redissolution;

4° Que dans la précipitation de l'albumine par le réactif de Tanret, précipitation qui n'est pas instantanée, la proportion d'albumine précipitée est fonction de la quantité de sel mercurique restée en dissolution.

La courbe qui représente cette fonction est tout à fait analogue à celle qu'on peut construire en étudiant la précipitation d'un colloïde par un électrolyte.

ANTHROPOLOGIE. — *Variations de l'angle xipho-costal suivant les attitudes et les types humains.* Note (¹) de MM. **A. Marie** et **A. Thooris**, présentée par M. Edmond Perrier.

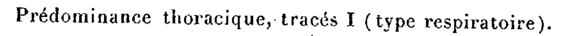
A la morphologie proprement dite, dont l'intérêt est chaque jour mieux compris et mieux reconnu, il y a lieu d'ajouter l'étude de ce que nous appellerons la *morphologie dynamique*, en entendant par là l'examen par l'enregistrement graphique des modifications de forme de l'organisme et de leurs éléments composants considérés tant au point de vue de la surface qu'à celui du volume.

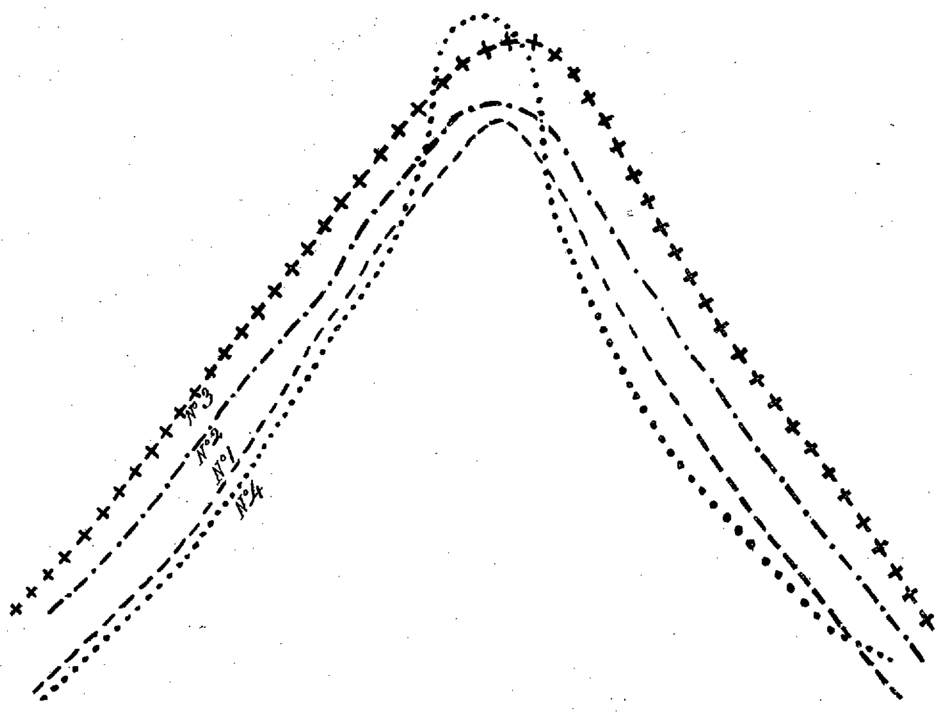
Nous nous restreindrons, dans cette Note, à l'étude des variations périphériques de l'angle costo-xyphoïdien et de ses côtés, prolongés par le rebord des fausses côtes (²).

(¹) Présentée dans la séance du 4 décembre 1911.

(²) La technique détaillée à l'aide de laquelle nos courbes et mesures sont établies sera publiée dans un autre Recueil.

Nous avons pris, sur une série de 120 individus de 20 à 25 ans, les tracés dermographiques déterminés par les rebords costaux antérieurs réunis à l'appendice xyphoïde : on peut constater, d'après l'attitude du sujet, *debout*, *couché* ou *assis*, sa *respiration au repos* ou en *inspirations forcées* (abdominale, ou thoracique), que les courbes recueillies varient entre deux types extrêmes : 1° ou bien les tracés représentent des angles aigus et l'angle le plus aigu est fourni par l'attitude assise ou affaissée (voir tracés I); 2° ou bien les courbes correspondent plutôt à des angles obtus et c'est


Prédominance thoracique, tracés I (type respiratoire).



Tracé n° 1 : Angle costo-xiphoïdien, dans l'attitude couchée, respiration au repos.
» n° 2 : Angle xiphoïdien, même attitude, le ventre gonflé au maximum.
» n° 3 : Angle xiphoïdien, même attitude, le thorax gonflé au maximum (ventre rétracté).
» n° 4 : Angle xiphoïdien, attitude assise, affaissée, respiration au repos.

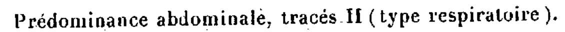
l'attitude assise et affaissée qui fournit, cette fois, *l'angle le plus obtus* (voir tracés II).

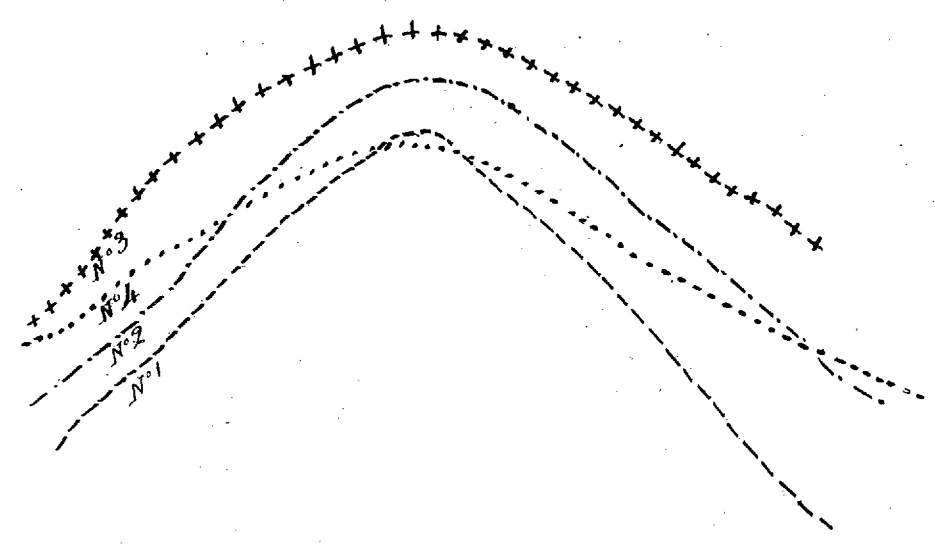
Si l'on rapporte ces caractères spéciaux très nettement distincts de morphologie dynamique aux caractères des types humains décrits par Sigaud et ses élèves, on constate une concordance constante entre la forme de l'angle xiphoïdien et le type du sujet observé.

Les tracés I sont fournis par le type *respiratoire*, c'est-à-dire par les individus à prédominance thoracique, tandis que les tracés II restent caractéristiques du type *digestif*, c'est-à-dire des individus à prédominance abdominale. Entre ces deux formes extrêmes existent des variations dont les caractères participent à la fois des

respiratoires et des digestifs et qui caractérisent le type *musculaire*, c'est-à-dire des individus dont le système musculaire est prédominant.

Ces deux principaux modes spécifiques de la réaction costo-xyphoïdienne peuvent recevoir l'application suivante :


Prédominance abdominale, tracés II (type respiratoire).



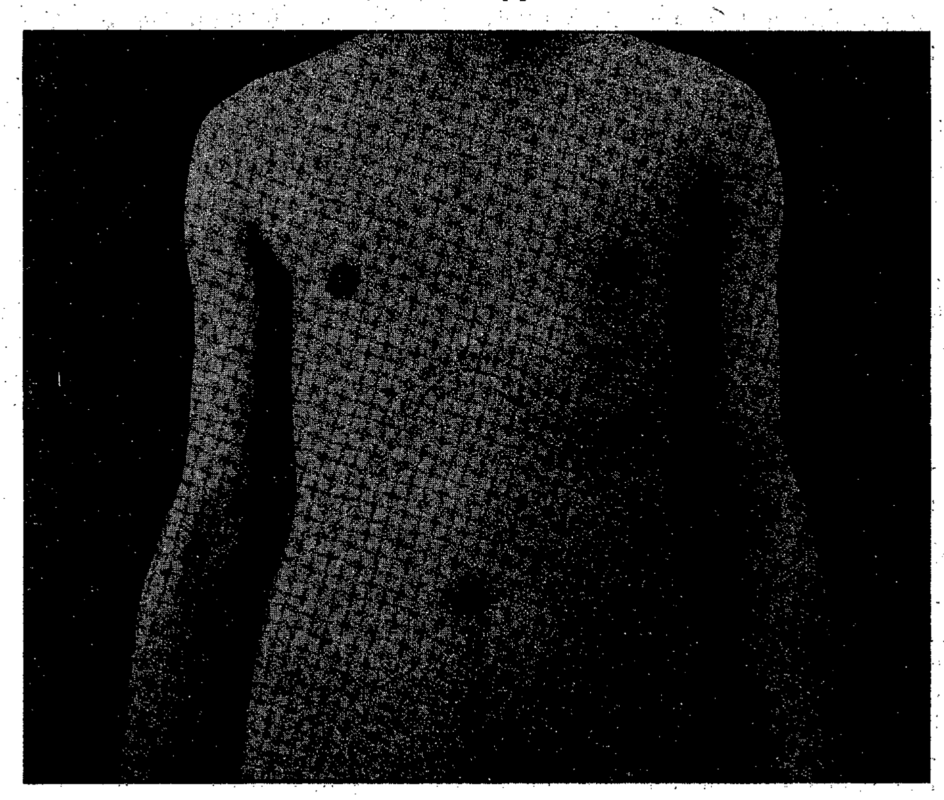
Tracé n° 1 : Angle costo-xiphoïdien, dans l'attitude couchée, respiration au repos.
» n° 2 : Costo-xiphoïdien, même attitude, ventre gonflé au maximum.
» n° 3 : Angle xiphoïdien, même attitude, le thorax gonflé au maximum (ventre rétracté).
» n° 4 : Angle xiphoïdien, attitude assise, affaissée, respiration au repos.

La masse viscérale de la cavité abdominale du type *digestif*, en raison même de l'importance de son volume, s'oppose à la descente du thorax dans la position assise et affaissée.

Le thorax, dans son mouvement de descente, ne pouvant s'engager dans le bassin, dont il est très éloigné, ses parois seront refoulées de bas en haut et de dedans en dehors. La masse abdominale est refoulée à travers l'espace resté libre chez le *digestif*, entre le bassin et les fausses côtes. Cette expansion viscérale entraînera donc, dans son mouvement centrifuge, la partie mobile du squelette thoracique inférieur, d'où écartement de l'angle costo-xyphoïdien.

Chez le *respiratoire*, la masse viscérale est moins volumineuse; il en résulte que le thorax, rencontrant moins de résistance, s'enfonce comme un coin dans l'abdomen et se resserre par conséquent par la base au lieu de s'élargir.

Dans la position assise et affaissée, le thorax subit non seulement un mouvement de descente, mais un mouvement de rotation en avant et en bas. On comprend que le thorax, étant plus long chez le *respiratoire*, s'engage plus facilement dans le bassin et, empêchant ainsi l'expansion latérale de la masse viscérale, resserre l'angle costo-xyphoïdien.



Il y a lieu de remarquer, en outre, que le tracé marquant le sommet de l'angle costo-xiphoïdien a une tendance à s'élever au-dessus des autres tracés chez le type *respiratoire*, à s'abaisser au-dessous des autres tracés chez le type *digestif*, le sujet étant observé dans l'attitude assise et affaissée.

TÉRATOLOGIE. — *Sur les monstres Paracéphaliens et Acéphaliens.* Note (1) de M. Étienne Rabaud.

L'examen de tout individu monstrueux présente un incontestable intérêt,

(1) Reçue dans la séance du 4 décembre 1911.

à la condition que cet examen, tenant compte des documents bibliographiques, soit comparatif et, par suite, tende à fournir des indications sur les phénomènes biologiques en général. Le temps n'est plus où un examen superficiel et une dissection hâtive paraissaient suffire, et il me semble nécessaire de présenter quelques remarques à propos de descriptions insuffisantes qu'un auteur récent, seul ou en collaboration (¹), a données de trois monstres.

C'est convaincu de la nécessité d'une étude rigoureuse, que j'ai disséqué, voici quelques années, un monstre qu'avait bien voulu me confier M. le professeur Julin, de Liége; il s'agissait d'un Paracéphalien hémiacéphale. Relativement à ces êtres, tout chercheur informé, se reportant au travail fondamental de Claudius (Kiel, 1859), constate qu'il est inutile de s'appesantir sur l'épaisseur d'une peau œdématiée, qu'il est sans intérêt de noter l'absence du cœur, car le fait rare réside précisément dans la présence de cet organe; il constate, en outre, que, depuis longtemps, on a reconnu la nécessité d'un jumeau, pour assurer la circulation du monstre. L'intérêt se concentre sur le tube digestif, sur l'appareil circulatoire en général, sur le système nerveux; l'étude détaillée et critique de ces trois appareils peut conduire à comprendre certaines particularités du mécanisme embryonnaire.

Le tube digestif du monstre que j'ai étudié porte dans sa longueur deux plis ayant l'apparence de cæcums; l'un d'eux correspond peut-être au cæcum normal, mais il est assez difficile de distinguer l'intestin grêle du gros; quant à l'autre pli, je ne crois pas pouvoir me prononcer sur son exacte signification : sa structure est celle de l'intestin grêle et rien ne permet de l'assimiler à un bourgeon pancréatique ou hépatique. J'avais fait, en 1903, une constatation semblable sur un autre Paracéphalien. Il faut certainement renoncer à l'interprétation de M. Magnan qui, en dehors de tout examen histologique, considère un cæcum analogue comme un bourgeon pancréatique : ce serait un bourgeon singulièrement hyperplasié et dont la structure aurait complètement changé. Il est plus utile de noter que ce tube digestif se termine en cul-de-sac au niveau d'une cloison conjonctive renfermant quelques fibres musculaires et qui représente le diaphragme. L'estomac fait défaut; mais au-dessus du diaphragme, dans une cavité thoracique remplie de tissu conjonctif œdématié, se trouve un tube qui naît d'une sorte de pharyngo-larynx et se termine en cul-de-sac par un nodule informe : c'est probablement un œsophage rudimentaire, dont on n'a jamais signalé

(¹) Magnan et Périlliat, *Sur un monstre humain acéphale* (*Comptes rendus*, 24 octobre 1910). — R. Lacasse et A. Magnan, *Sur un monstre humain bicéphale* (*Comptes rendus*, 16 octobre 1911). — A. Magnan, *Un cas d'acéphalie humaine* (*Comptes rendus*, 13 novembre 1911).

l'existence. Le tube digestif n'aurait donc qu'une très courte solution de continuité, correspondant à l'estomac et à la moitié inférieure de l'œsophage. L'absence de ces parties est-elle corrélative de l'absence du cœur et, par suite, de l'imperfection généralement constatée du système veineux? On peut se le demander.

La constitution du système nerveux, considéré en soi et dans ses rapports avec les formations squelettiques, mérite de retenir notre attention. Le système nerveux des Paracéphaliens et Acéphaliens est généralement incomplet ou plus ou moins dégénéré. Exceptionnellement, on a signalé un cerveau complet et bien constitué; M. Magnan a peut-être rencontré une de ces très importantes exceptions, mais vraisemblablement sans la reconnaître car il n'y consacre qu'une brève mention. Pour ma part, j'ai observé un encéphale très net, mais non divisé en hémisphères, sphérique à surface lisse, présentant seulement des sillons vasculaires rares et peu profonds. Cette disposition de l'encéphale projette quelque clarté sur le processus spécial de la monstruosité, qui ne paraît pas résider d'une façon nécessaire dans le degré de formation du système nerveux. Ce qui est de la plus grande importance, au point de vue de la mécanique embryonnaire, c'est d'analyser la constitution de l'enveloppe squelettique de cet encéphale. On est conduit à concevoir que cette enveloppe est fonction de son contenu : la boîte crânienne de mon Paracéphalien, en effet, se compose d'un occipital, de deux pariétaux et d'un rudiment de frontal; les temporaux semblent manquer, corrélativement à l'absence totale de lobe temporal et d'organe de l'ouïe. En avant, sous le frontal, existe un assez large orifice dont on ne saurait préciser la signification. Dans bien d'autres cas, l'encéphale étant plus rudimentaire encore, la cavité crânienne se réduit à une capsule osseuse, dont les parties ne peuvent être que difficilement identifiables à des os normaux. En présence de ces faits, rapprochés d'un certain nombre d'autres, il devient difficile de soutenir que l'expansion crânienne précède l'expansion cérébrale. A cet égard, M. Magnan décrit un encéphale qui est resté petit, bien que l'ossification de la boîte crânienne ne se soit pas effectuée; mais cet auteur signale le fait, sans souligner son importance, cependant grande au point de vue morpho-dynamique.

Des membres supérieurs, dont l'étude anatomo-histologique a été faite par mon élève J. Salmon et publiée dans sa Thèse, je retiendrai seulement que la formation des os affecte une allure tout à fait aberrante.

. . . .

L'ensemble des particularités relevées chez les Paracéphaliens permet-il de se rendre compte des processus de la monstruosité? Ayant méconnu ce fait évident, que le gonflement de la peau résulte d'un œdème considérable, M. Magnan a pris ce gonflement pour un épaississement et trouve en lui l'origine des « Acéphales ». Il admet qu'une prolifération de l'« épiderme » a arrêté le développement de la tête et qu'il en résulte l'absence d'une série d'organes. Cette confusion en amène une autre : il prend la peau œdématiée pour un «sac» surajouté, dans lequel il voit une analogie avec le manteau des Tuniciers ou le sac péribranchial de l'*Amphioxus*. Ces rapprochements nous ramènent aux temps des anciens tératologistes, qui n'hésitaient pas à comparer les monstres Cyclopes aux Crustacés de même nom.

A cette époque déjà, on avait reconnu l'œdème des monstres Acéphales et on le considérait déjà comme le contre-coup d'une circulation veineuse très rudimentaire. Les processus sont tout autres; ils résident dans la non-formation d'un certain nombre de parties, parmi lesquelles ne se trouve pas nécessairement le système nerveux; celui-ci peut faire partiellement défaut ou être incomplètement constitué, mais il est des cas évidents où l'encéphale a cessé de se développer, puis a dégénéré, par suite de l'insuffisance de la circulation. Peut-être le point de départ réside-t-il dans une absence de formation de la partie antérieure du tube digestif entraînant avec elle la formation incomplète du réseau vasculaire. Pour en décider, de nombreuses observations sont nécessaires; elles éclaireront, non seulement l'histoire particulière des Paracéphaliens et Acéphaliens, mais encore bien des points obscurs de mécanique embryonnaire, dont l'étude donne à la tératologie tout son intérêt et toute sa portée.

ZOOLOGIE. — *L'évolution du* gyrus reuniens *chez les Primates. (L'insula antérieure et son operculisation.)* Note (¹) de MM. **R. Anthony** et **A.-S. de Santa-Maria**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le grand intérêt de toutes les recherches sur la morphologie des plissements palléaux nous paraît consister en ceci : elles aboutiront peut-être un jour à une homologation satisfaisante des différentes parties du cerveau des Primates et des non-Primates, à la constitution d'un plan morphologique général du pallium.

Nous présentons à l'Académie les résultats de nos recherches sur la morphologie comparée et l'évolution dans la série des Mammifères d'une région, qui peut être considérée comme une des clefs de voûte de la morphologie du néopallium, le *gyrus reuniens*. Nos investigations ont abouti à un essai d'homologation de cette région chez les Primates et les non Primates.

C'est un volumineux pli de passage qui, chez ces derniers (en prenant comme type un cerveau de Félidé par exemple), réunit en avant le territoire situé au-dessous de la scissure suprasylvienne au territoire situé au-dessus. Il est limité antérieurement par un sillon qui porte le nom de *presylvia*.

Nous avons établi que cette région est représentée chez les Singes par l'*insula antérieure* limitée en avant par le sillon fronto-orbitaire qui

(¹) Présentée dans la séance du 27 novembre 1911.

paraît devoir être homologué à la *presylvia*. Chez ces animaux, l'insula anté-

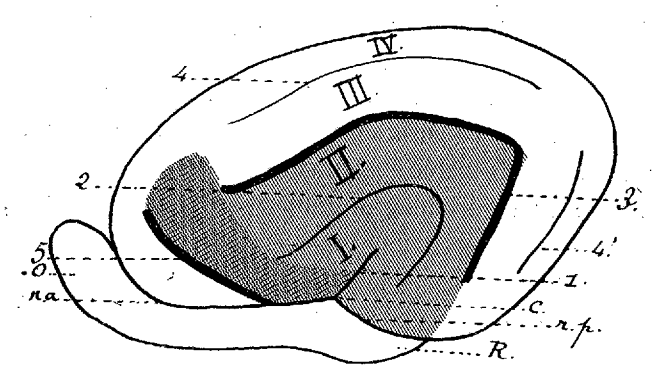


Fig. 1. — Schéma de la face externe de l'hémisphère chez un animal de type carnassier : En grisé clair le territoire central qui devient chez les Primates l'insula postérieure et la région pétro-insulaire. — En grisé foncé le *gyrus reuniens* qui devient chez les Primates l'insula antérieure. — I, II, III, IV, Circonvolutions de Leuret; R, Rhinencéphale; O, Bulbe olfactif; *ra*, Scissure rhinale antérieure; *rp*, Scissure rhinale postérieure; 1, Scissure sylvienne primitive; 2, Scissure ectosylvienne; 3, Scissure suprasylvienne; 4 et 4', Scissure corono-latérale; 5, Presylvia.

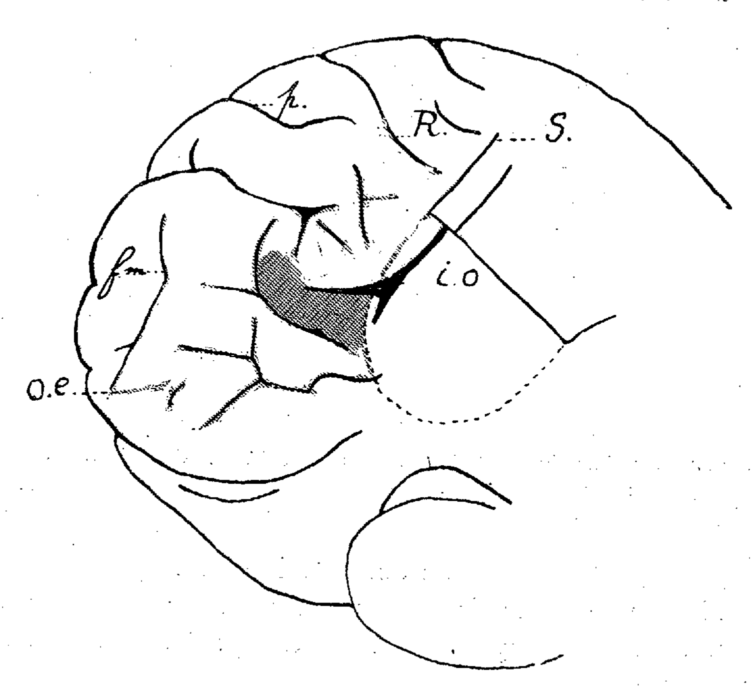


Fig. 2. — Le *gyrus reuniens* chez un Orang (en grisé foncé). L'insula antérieure qu'il constitue est presque entièrement superficielle, comme c'est la règle chez les Singes.

rieure est, on le sait, superficielle (Cunningham) dans sa presque totalité (à part quelques exceptions dont il sera question plus loin, les Anthropoïdes

eux-mêmes sont dans ce cas). Une petite partie postéro-inférieure du territoire du *gyrus reuniens* est seule recouverte par le débordement de l'opercule fronto-pariétal.

Chez l'Homme, cette région est entièrement operculisée.

Cette conception de l'insula antérieure nous permet de mieux comprendre le mécanisme de son operculisation.

Intimement liée au grand développement du pallium frontal, elle s'accom-

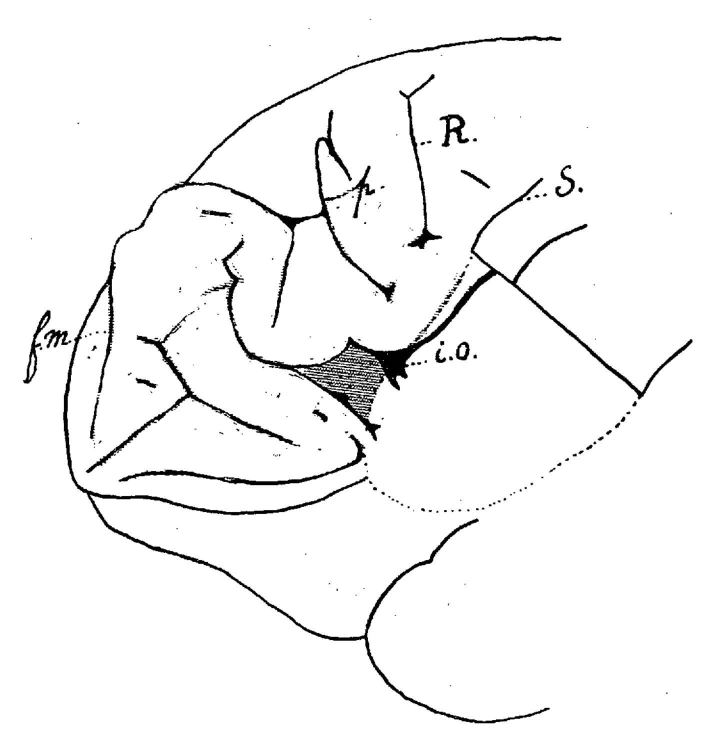


Fig. 3. — Le *gyrus reuniens* chez un Chimpanzé (en grisé foncé). Cet animal présente une particularité remarquable : formation d'un pli transversal à l'extrémité supérieure du *gyrus reuniens* et début d'opercule frontal.

plit progressivement au cours de l'ontogénie suivant des processus identiques chez l'Homme et parfois *chez les Anthropoïdes;* mais, *en raison d'une moindre expansion du pallium frontal, elle reste toujours plus ou moins incomplète chez ces derniers.*

L'operculisation peut se faire soit par simple rapprochement du bord antérieur de l'opercule fronto-pariétal et de la lèvre antérieure du sillon fronto-orbitaire, soit par la formation d'un pli arqué entre l'opercule et la même lèvre du sillon fronto-orbitaire.

Le premier processus, qui aboutit à la formation d'une seule branche présylvienne, *s'observe assez souvent chez les Gorilles et les Chimpanzés*, dont certains présentent parfois une *operculisation presque complète. Il nous paraît déterminé par un moindre développement transversal de l'extrémité antéro-supérieure du* gyrus reuniens.

Le deuxième, qui aboutit à la formation de deux branches présylviennes, *nous paraît lié au contraire à un grand développement transversal de l'extrémité antéro-supérieure du* gyrus reuniens. Il s'accomplit en réalité par la formation d'un pli transversal, qui divise le *gyrus reuniens* en deux parties très inégales : l'inférieure considérable est l'insula antérieure ; la supérieure, très petite et pour laquelle nous proposons le nom de *région supra-insulaire antérieure*, se replie au devant de la précédente et *forme une partie mal délimitée de l'opercule frontal.* Le pli transversal en question constitue *la partie antérieure du sillon circulaire supérieur de Reil.* Ce pli se forme parfois chez les Anthropoïdes (nous l'avons constaté chez un Chimpanzé), mais l'operculisation par ce processus reste incomplète ; il y a bien dans ce cas un *opercule frontal*, mais il est *rudimentaire.*

L'homologation de l'insula antérieure des Primates au *gyrus reuniens* des non Primates, la généralisation aux Anthropoïdes des processus humains de son operculisation nous ont amené à une conception toute différente de celle des auteurs de la région correspondant chez les Singes à la troisième circonvolution frontale de l'Homme.

MICROBIOLOGIE. — *Action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la colorabilité des bacilles acido-résistants.* Note de MM. **A. Rochaix** et **G. Colin**, présentée par M. Guignard.

Nous avons étudié l'action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la colorabilité d'un certain nombre de bacilles acido-résistants. Les espèces irradiées ont été les suivantes :

Bacille tuberculeux bovin, *Grasbacillus II* de Moeller, bacille du Smegma, *Milchbacillus* de Moeller, bacille du beurre de Rabinowitch, bacille II de Tobler.

Mlle Cernovodeanu et V. Henri [1] ont vu que :

---

(1) Mlle Cernovodeanu et V. Henri, *Action des rayons ultraviolets sur les micro-organismes et sur différentes cellules. Études microchimiques* (*Comptes rendus*, 14 mars 1910).

1° Le bacille tuberculeux perd sa colorabilité par la méthode de Gram à l'état sec et en émulsion.

2° Que ce même bacille, et celui de la phléole, perdent leur acido-résistance à l'état sec, mais non en émulsion.

I. *Technique.* — Les bacilles acido-résistants cités ont été irradiés à l'état sec et en émulsion. Nous avons pour cela utilisé une lampe en quartz à vapeurs de mercure, fonctionnant, à l'air libre, à 110 volts, sous 4 ampères.

1° Pour l'irradiation à sec, des préparations de cultures, desséchées mais non fixées, ont été exposées à 15^{cm} de la lampe en quartz. D'autres préparations identiques, placées à côté des précédentes, et protégées contre l'action des rayons ultraviolets par un verre, mais dans les mêmes conditions de chaleur, d'aération, etc., servaient de témoins.

2° L'irradiation à l'état d'émulsion a été faite en plaçant, à 15^{cm} de la lampe, de petits ballons en quartz, d'une capacité d'environ 60^{cm^3}, renfermant des émulsions aqueuses, faiblement opalescentes, des microbes à étudier, provenant de cultures sur milieux solides. Des ballons de verre, de mêmes dimensions, renfermant les mêmes émulsions, servaient de témoins.

Après des temps variables d'irradiation, les microbes soumis à l'action des rayons ultraviolets, ainsi que les témoins, ont été traités par les méthodes de coloration suivantes: Gram, Much, Ziehl.

II. *Résultats.* — Les résultats sont consignés dans les Tableaux suivants :

1° *Irradiation des microbes à l'état sec.*

	Coloration par le Gram.						Coloration par le Much.							
	Préparations. non irradiées.	Préparations irradiées pendant					Préparations. non irradiées.	Préparations irradiées pendant						
Microbes.		5^m.	10^m.	20^m.	30^m.	60^m.		5^m.	10^m.	20^m.	30^m.	60^m.	2^h30.	4^h.
Bacille tuberculeux......	+	+	±	±	—	—	+	+	+	+	+	±	±	—
Grasbacillus II Moeller.....	+	+	+	+	±	—	+	+	+	+	+	±	±	—
Bacille du Smegma.........	+	+	+	+	±	—	+	+	+	+	±	—	—	—
Milchbacillus Moeller.....	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	±	—
Bacille du beurre Rabinowitch.	+	+	+	+	+	±	+	+	+	+	+	+	±	—
Bacillus II Tobler......	+	+	±	—	—	—	+	+	+	+	+	+	±	—

1° *Irradiation des microbes à l'état sec* (suite).

Microbes.	Coloration par le Ziehl. Préparations non irradiées.	Préparations irradiées pendant 5m.	10m.	20m.	30m.	60m.
Bacille tuberculeux	+	+	+	+	±	—
Grasbacillus II Moeller ...	+	—	—	—	—	—
Bacille de Smegma	+	+	+	±	—	—
Milchbacillus Moeller	+	+	+	±	—	—
B. du beurre Rabinowitch ..	+	+	±	—	—	—
Bacillus II Tobler	+	+	±	—	—	—

+ = prend la coloration; ± = coloration atténuée;
— = pas de coloration.

2° *Irradiation des microbes en émulsion.*

Microbes.	Gram : Préparations non irradiées.	Gram : irradiées 10m.	Gram : 60m.	Much : Préparations non irradiées.	Much : irradiées 10m.	Much : 60m.	Much : 2h.	Ziehl : Préparations non irradiées.	Ziehl : irradiées 10m.	Ziehl : 60m.	Ziehl : 2h.
Bacille tuberculeux ...	+	—	—	+	+	—	—	+	+	±	—
Grasbacillus II Moeller.	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	—
Bacille du Smegma....	+	+	—	+	+	±	—	+	+	+	—
Milchbacillus Moeller.	+	+	±	+	+	±	—	+	+	+	—
Bacille du beurre Rabinowitch	+	±	—	+	+	±	—	+	±	—	—
Bacillus II Tobler	+	±	—	+	+	+	—	+	±	—	—

+ = prend la coloration; ± = coloration atténuée; — = pas de coloration.

III. *Conclusions.* — Des résultats qui précèdent, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° L'irradiation des bacilles acido-résistants, *à l'état sec*, fait perdre à ces microorganismes leur faculté de se colorer par les méthodes de Gram, de Much et de Ziehl.

2° La résistance de leur colorabilité par ces diverses méthodes à l'action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeur de mercure varie suivant les espèces microbiennes.

3° Il n'y a pas de parallélisme entre la disparition de la colorabilité par

les diverses méthodes. La coloration par la méthode de Much (Gram renforcé) est celle qui, pour toutes les espèces étudiées, persiste le plus longtemps. Mais, telle espèce (*Grasbacillus II* de Moeller), qui ne prend plus le Ziehl après 5 minutes d'irradiation, ne perd sa colorabilité par le Gram qu'au bout de 60 minutes. Telle autre (bacille tuberculeux bovin), qui ne prend plus le Gram au bout de 20 minutes, garde encore le Ziehl au bout de 30.

4° L'irradiation des bacilles acido-résistants *en émulsion* leur fait perdre, plus rapidement qu'à l'état sec, leur colorabilité par le Gram ; mais, d'une façon générale, ils gardent le Ziehl plus longtemps. Cependant, en prolongeant l'irradiation, on arrive à leur faire perdre leur acido-résistance.

5° Ces résultats constituent une nouvelle démonstration de l'action directe exercée par les rayons ultraviolets sur les corps microbiens.

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Chronologie des industries protohistoriques, néolithiques et paléolithiques, et stratigraphie des dépôts holocènes et pléistocènes du nord de la France.* Note [1] de M. V. COMMONT, présentée par M. Ch. Barrois.

De récentes découvertes, encore inédites, nous ont permis de fixer avec précision la stratigraphie des dépôts quaternaires et récents et la chronologie des différentes industries qu'ils renferment :

ÉPOQUE PROTOHISTORIQUE. — *Age du fer* (Marnien) : partie superficielle des tufs de la vallée de la Somme.

Age du bronze (périodes I, II, III et IV) : parties supérieure et moyenne des tufs et tourbes de cette vallée.

ÉPOQUE NÉOLITHIQUE. — *Robenhausien.* — Tourbe brune ancienne et couches profondes des tufs; limon de lavage des pentes [2].

Campignyen. — Limon gris recouvrant le limon supérieur pleistocène en bordure des rives actuelles du fleuve et sous-jacent à un limon de lavage avec cailloutis gallo-romain.

ÉPOQUE PALÉOLITHIQUE. — *Fin de l'âge du Renne* (*Tardenoisien?*) : nombreuses stations à outillage microlithique en silex de même facies et syn-

---

(1) Présentée dans la séance du 27 novembre 1911.

(2) V. COMMONT, *Tourbes et tufs de divers âges* (*Ann. Soc. Géol. Nord*, 1910).

chronique de celui trouvé dans la grotte de Remonchamps ([1]) (Belgique), associé à la faune de l'âge du Renne : buttes tertiaires sableuses le long des affluents de la Somme, l'Aisne et l'Oise.

Magdalénien. — Les stations magdaléniennes, situées près des dernières rives quaternaires de la Somme et de ses affluents, sont recouvertes par des dépôts *holocènes* de 8^m à 20^m d'épaisseur (tourbe, tufs, limons récents).

Solutréen. — Trouvailles isolées à Saint-Acheul et station à Conty ([2]) au sommet du limon supérieur, sous le limon de lavage à industries néolithique et gallo-romaine (terrasse inférieure de la Selle).

Aurignacien supérieur. — Partie supérieure de l'ergeron (löss récent) et limon de débordement le couronnant, rives actuelles (basse terrasse) ([3]).

Aurignacien inférieur ou typique. — Faible cailloutis à 2^m de profondeur dans l'ergeron (basse terrasse de la Selle).

Moustérien supérieur (facies de la Quina). — Cailloutis de la partie moyenne de l'ergeron (deuxième terrasse à Saint-Acheul) ; faune : *El. primigenius*, *Rh. tichorhinus*, Renne.

Moustérien inférieur. — Outillage lithique, coups de poing : *a*, avec face plane ; *b*, formes triangulaires ; *c*, pseudo-coups de poing chelléens nucléiformes et instruments habituels dérivés de l'éclat Levallois. Gisement : Cailloutis de base de l'ergeron (deuxième terrasse de Saint-Acheul). Faune du Moustérien supérieur.

Acheuléen supérieur. — Instruments lancéolés à patine blanche lustrée. Gisement : partie supérieure du limon rouge ; lehm d'altération du löss ancien (deuxième terrasse à Saint-Acheul et Abbeville). Faune peu caractéristique ; le limon des plateaux a donné : *E. primigenius*, *Rh. tichorhinus*, sans Renne.

Acheuléen inférieur. — Coups de poing de différentes formes ; types ovales (amandes ou limandes) dominant associés à un petit outillage très particulier encore à publier. Gisement : plusieurs horizons dans le limon sableux de la base du löss ancien ; le plus archaïque (avec limandes à arête torse) dans le cailloutis de base ravinant les alluvions de la deuxième

---

([1]) Fouilles du baron de Loë.
([2]) Fouille à publier.
([3]) Voir *Comptes rendus Congrès A. F. A. S.*, 1909-1910.

terrasse. Faune : *El. antiquus*, très grand Cheval, Cerf élaphe, grand Bovidé, *Belgrandia marginata*, *Unio littoralis*.

Chelléen évolué. — Coups de poing triangulaires pointus. Faune mal déterminée. Graviers fluviatiles de la basse terrasse de Montières.

Chelléen typique. — Coups de poing à talon épais de divers types (ficrons caractéristiques), associés à un petit outillage varié. Gisement : sables fluviatiles couronnant les alluvions de la deuxième terrasse à Saint-Acheul avec *El. antiquus*, Hippopotame et Cerf élaphe.

Préchelléen. — Instruments grossiers prototypes des coups de poing de nombreux outils dérivés d'éclats de débitage intentionnels. Gisement : graviers inférieurs de la deuxième terrasse, mais surtout alluvions à l'extrémité de la troisième terrasse à Saint-Acheul (pas de faune). Les dépôts correspondants ont fourni à Abbeville une faune à *affinité pliocène : El. Trogontherii, Hippopotamus major*, *Rh. Mercki* et *Rh. aff. leptorhinus* et *etruscus*, *Equus Stenonis*, *Cervus Solilhacus*, *Machairodus* (1).

Les graviers fluviatiles de la plus haute terrasse (quatrième), sans doute pliocènes, n'ont fourni ni faune, ni reste probant d'industrie humaine.

GÉOLOGIE. — *Sur les lacunes affectant la partie inférieure des assises secondaires à Crussol (Ardèche) et au bord oriental du Plateau Central.* Note de M. **Attale Riche**, présentée par M. Pierre Termier.

Une étude récente de la montagne de Crussol, particulièrement des assises inférieures, m'a permis d'y observer des cas intéressants d'érosion. Les lacunes qui en résultent affectent le Trias, le Lias et le Jurassique inférieur. Elles peuvent être constatées, d'ailleurs, sur toute la bordure orientale du Plateau Central, au sud de Lyon.

A Crussol, la partie supérieure du Trias a été démantelée, comme l'a signalé autrefois Munier-Chalmas. L'assise terminale du Trias varie, en effet, de nature et d'épaisseur et souvent même à de très faibles distances. Suivant les points où on l'étudie, on rencontre une arkose, ou une argile gréseuse, ou le plus souvent un calcaire dolomitique. En outre, le Trias est recouvert par un grès tout spécial, de nature et d'épaisseur très variables, parfois très mince, manquant rarement, constitué aux

(1) Voir Commont, *Excursion de la Soc. Géol. Nord et de la Faculté des Sciences de Lille à Abbeville.* (*Ann. Soc. Géol. Nord*, 1910).

dépens des produits du démantèlement. Le sommet du Trias faisant ainsi défaut à Crussol, comme l'Infra-Lias et le Lias inférieur et moyen, le grès supérieur au Trias pourrait correspondre à la lacune par érosion de ces derniers étages. Ceux-ci se montrent, en effet, irrégulièrement, plus ou moins près de Crussol. L'Infra-Lias a été signalé à Châteaubourg, à Vernoux, à Privas; le Lias inférieur, à Aubenas; le Lias moyen, à Vernoux, à Privas, à Aubenas.

Le Lias de Crussol n'est représenté que par le Toarcien, à l'état sporadique, en lambeaux d'épaisseur variable et irrégulièrement disposés, manquant même parfois. Lorsque le Toarcien est le mieux développé, il comprend deux petites assises de calcaire à Entroques et grains de quartz, séparées par une couche gréseuse de charriage qui renferme mélangées les Ammonites des diverses zones de l'étage. Ces trois assises ont des épaisseurs variables et peuvent faire défaut ensemble ou séparément, suivant les points observés.

Des quatre zones qu'on groupe sous le nom d'Aalénien, seule celle à *Ludwigia concava* est nettement représentée, à Crussol, par des lambeaux discontinus, très variables dans leur épaisseur, manquant fréquemment. La zone à *Lioceras opalinum* est peut-être aussi représentée, mais d'une manière plus restreinte encore. La partie moyenne du Bajocien est dans des conditions lacunaires semblables. Les lambeaux conservés sont très peu importants. Le caractère paléontologique seul permet de les reconnaître, car ils sont également formés par un calcaire à Entroques et grains de quartz, pareil à celui du Toarcien. Cette composition minéralogique reste la même pour l'assise suivante que sa faune rapporte au Bajocien supérieur; cette assise a une extension constante, mais une épaisseur variable. Sur quelques points, le Bajocien se termine par un lambeau calcaire fort irrégulier à *Parkinsonia Parkinsoni.*

Au sud de la montagne de Crussol, les conditions générales de gisement du Bajocien paraissent semblables. Au nord de Crussol, on trouve aussi des faits analogues. J'ai signalé antérieurement, dans le mont d'Or lyonnais, la disposition par lambeaux de la couche fossilifère à *Ludwigia concava*, l'absence des niveaux du Bajocien moyen et l'existence, à l'état de lambeaux parfois très restreints, des deux premières assises du Bajocien supérieur. A Saint-Quentin-Fallavier (Isère), des lacunes pareilles affectent le sommet du Toarcien et l'Aalénien. Elles expliquent les contradictions qu'on relève dans le 4e Volume des *Études paléontologiques sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône*, par Dumortier.

Le régime lacunaire, à Crussol, devient moins intense dans le Bathonien. L'assise inférieure, à *Cancellophycus*, y possède une extension constante, mais avec une

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 20 NOVEMBRE 1911. (Suite.)

L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son

sont réguliers; ils ne présentent plus rien d'anormal. Par contre, le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur manquent à Châteaubourg; ils sont, au contraire, représentés dans une partie de la région de Privas, mais disparaissent encore plus au sud.

Dans le Jura méridional, on observe, en divers endroits, une lacune plus ou moins importante affectant le Callovien moyen et supérieur et l'Oxfordien inférieur. Si, pour ce dernier étage, la lacune peut être attribuée à l'absence de sédimentation, celle du Callovien est manifestement due à une action érosive sur un dépôt préexistant.

J'attribue la cause des lacunes que j'ai constatées à Crussol, à l'action érosive des courants littoraux, dans une mer peu profonde, sur le bord oriental du Plateau central. Les assises et les bancs, dont l'épaisseur et l'étendue sont très irrégulières, sont représentés parfois par des lambeaux restreints, en forme de coins, pouvant même disparaître complètement. On rencontre à Crussol des couches de charriage, des surfaces aplanies, rongées et durcies, des galets perforés, des fossiles usés et perforés. Les successions stratigraphiques des assises secondaires inférieures y offrent des variations très grandes et souvent même à faible distance. Leurs conditions de gisement sont ainsi essentiellement lacunaires.

M. **Joachim Idrac** adresse une Note intitulée : *Tri-élémentaire*.

M. **P. Basiaux** adresse une Note intitulée : *Stabilisateur automatique pour aéroplanes*.

(Ces deux Notes sont renvoyées à l'examen de la Commission d'Aéronautique.)

M. **Francesco Faccin** adresse une Note intitulée : *Théories nouvelles sur la nature et l'origine des comètes*.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 novembre 1911. (Suite.)

L'appareil conducteur des plantes vasculaires et les phases principales de son évolution, par Gustave Chauveaud. Paris, Masson et Cie, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Recherches sur les œufs di- et trispermiques de grenouille, par Maurice Herlant. Liége, H. Vaillant-Carmanne, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

L'âge des perdrix : I. *La perdrix grise*, par Louis Bureau. Nantes, Vié, 1911; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Delage.)

Société Gay-Lussac : L'Arbre et l'Eau. *Châtaigne et châtaignier. Exposition; Congrès : Limoges* 29-31 *octobre*, 1 *et* 2 *novembre* 1910. Limoges, Ducourtieux et Gout, s. d.; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Mangin.)

Generalgister zu Bd. I-IX, Jahrgang 1894-1904, *der Zeitschrift für Electrochemie und angewandte physikalische Chemie*, bearbeitet von Eduard Jordis. Halle-sur-Saale, Wilhelm Knapp, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Le Chatelier.)

Traité élémentaire de Physiopathologie clinique, par J. Grasset; Tome III : *Fonctions de réception. Élaboration et émission de l'énergie : Neurologie. Fonctions de reproduction. Otogénie et phylogénie, hérédité;* avec 34 tableaux et 37 figures. Paris, Masson et Cie; Montpellier, Coulet et fils, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Une photographie d'un buste de *Philippe Lebon*, dû au ciseau du sculpteur lillois Édouard-Henri Delesalle. (Hommage de M. Gustave Cahen.)

Sur la décomposition des nombres en facteurs, par Ed. Barbette. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 fasc. in-8°.

La nouvelle Science. Livre I : *Les forces cosmiques, synthèse des lois de l'Univers, l'évolution des astres, principes d'une nouvelle Physique*, par C. Renooz; 3e édition. Paris, Librairie nationale, s. d.; 1 vol. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 novembre 1911.

L'Année biologique, comptes rendus annuels des travaux de Biologie générale, publiés sous la direction de M. Yves Delage, Membre de l'Institut; 13e année, 1908. Paris, H. Le Soudier, 1911; 1 vol. in-8°.

Mission Pavie. *Indo-Chine*, 1879-1895. *Géographie et Voyages*. VI : *Passage du Mé-Khong au Tonkin*, 1887 *et* 1888, par Auguste Pavie; avec 4 cartes et 79 illustra-

tions. Paris, Ernest Leroux, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Les Orchidées cultivées, description complète des espèces, par JULIEN COSTANTIN; fasc. 2. Paris, E. Orlhac, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

Atlas des Orchidées cultivées, par JULIEN COSTANTIN; fasc. 3 et 4. Paris, E. Orlhac, s. d.; 2 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

Résultats de la Mission géologique et minière du Yunnan méridional, septembre 1903-janvier 1904, par H. LANTENOIS. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. H. Douvillé.)

Contribution à la Carte géologique de l'Indo-Chine : Paléontologie, par H. MANSUY. Hanoï-Haïphong, 1908; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. H. Douvillé.)

Contribution à l'étude géologique du Haut-Tonkin, par G. ZEIL. — *Note sur la géologie de l'Indo-Chine*, par H. LANTENOIS. — *Note sur la géologie du Cambodge et du Bas-Laos,* par RENÉ DE LAMOTHE. (*Mémoires de la Société géologique de France;* 4e série, t. I, Mémoires nos 3, 4 et 5.) Paris, au siège de la Société géologique de France, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. H. Douvillé.)

Vers l'idéal. La population et la question sociale, par M. DETHÈS. Blida (Algérie), A. Maugin, 1911; 1 fasc. in-12.

Report of the chief of the Weather Bureau, 1909-1910. Washington, U. S. Department of Agriculture, 1911; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 27 novembre 1911.)

Note de M. *Barré*, Sur les surfaces minima engendrées par une hélice circulaire :

Page 1058, ligne 11, *au lieu de :* $= \dfrac{2a^2 \mathrm{AM}}{\rho(\rho^2+\mathrm{K}_0^2)} + \mathrm{AM}' - \mathrm{A}'\mathrm{M}$,

lisez : $= \dfrac{2\mathrm{K}_0^2 \mathrm{M}}{\rho(\rho^2+\mathrm{K}_0^2)} + \mathrm{AM}' - \mathrm{A}'\mathrm{M}$.

Page 1058, ligne 2 en remontant, *au lieu de :* $\left[\dfrac{\rho^2+\mathrm{K}_0^2}{(\rho^2+\mathrm{K}_0^2+\mathrm{C}) - a^2(\rho^2+\mathrm{K}_0^2)}\right]^{\frac{1}{2}}$,

lisez : $\left[\dfrac{\rho^2+\mathrm{K}_0^2}{\rho^2(\rho^2+\mathrm{K}_0^2+\mathrm{C}) - a^2(\rho^2+\mathrm{K}_0^2)}\right]^{\frac{1}{2}}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE PUBLIQUE ANNUELLE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1911,

PRÉSIDÉE PAR M. ARMAND GAUTIER.

En ouvrant la séance, M. **Armand Gautier** prononce l'allocution suivante :

Messieurs,

L'usage veut que, dans cette séance de fin d'année, le Président, avant de quitter le fauteuil, rappelle les principaux événements de la période qui finit, et qu'après avoir rendu un dernier hommage aux Collègues disparus et félicité les nouveaux Académiciens, il remercie tous ceux qui, par leurs actes, leur parole ou leurs dons, ont contribué à augmenter l'éclat, l'autorité ou l'influence de notre Compagnie.

*
* *

Me conformant à cette tradition, je saluerai d'abord la mémoire de ceux dont il ne reste plus que l'œuvre ineffaçable et le vivant souvenir.

Lorsque, vers la fin de juillet dernier, chacun gagnait la montagne ou la mer, pour aller se retremper dans la vivifiante nature, votre Président partait heureux de se dire que, depuis qu'il avait eu l'honneur de succéder à son sympathique et très honoré prédécesseur, aucun de nous ne manquait ni ne paraissait devoir, au retour, manquer à l'appel.

Hélas ! il avait compté sans l'inexorable Destinée ! La mort ne perd pas ses droits. Vers la fin de septembre dernier, tout à coup, deux d'entre nous, Michel Lévy et Joseph Troost, disparaissaient presque à la fois, au milieu d'unanimes regrets.

Enfant de Paris, fils d'un père très distingué qui dirigea longtemps, et non sans quelque sévérité, l'École militaire de Santé du Val-de-Grâce et l'édu-

cation de son fils, Michel Lévy était sorti, à vingt ans, premier de l'École Polytechnique. Successivement ingénieur des Mines, inspecteur général, directeur de la Carte géologique, professeur au Collège de France, il succédait à Daubrée, en 1896, dans notre Académie.

L'étude des formations du Morvan, du Lyonnais, du Charolais, de la chaîne des Puys du Mont Dore, des régions les plus difficiles du Mont Blanc, etc., lui avait assuré une place éminente parmi les géologues de notre temps.

Avec son Maître Fouqué, tantôt perfectionnant, tantôt inventant des méthodes nouvelles, il étudia la texture microscopique des roches primitives et réussit à les reproduire pour la plupart, aussi bien que les espèces définies qui les composent. Ces expériences délicates, et non sans péril, qui lui permirent d'éclairer les conditions de genèse et de métamorphisme des couches les plus anciennes du globe, furent réunies dans cet Ouvrage admirable qu'est la *Minéralogie micrographique*.

Esprit essentiellement pondéré et positif, ennemi des solutions hâtives, toujours bienveillant et courtois, avec sa parole franche et nette, sa belle prestance, Michel Lévy imposait aussitôt son autorité.

Sa mort nous a tous affligés; il avait seulement 67 ans.

A peine ses obsèques célébrées, nous conduisions à la tombe le respecté doyen de la Section de Chimie, Louis-Joseph Troost. Sa robuste santé avait fait longtemps oublier son grand âge.

Troost était né à Paris en 1825; il sortait de l'École Normale en 1848; l'Académie des Sciences le recevait en 1884. Il y remplaça Wurtz.

Ses travaux sur le lithium, le zirconium, le thorium; les recherches publiées avec son Maître, Henri Sainte-Claire Deville, sur les densités de vapeur à haute température, sur la dissociation, sur les hydrures métalliques; avec son ami Hautefeuille sur les combinaisons du bore et du silicium, tous ces beaux et difficiles travaux sont devenus classiques.

Troost restait le dernier survivant de la première Commission internationale du Mètre. Il appartenait depuis des années au Comité des Arts et Manufactures, au Conseil d'hygiène et de salubrité de la Seine. Il avait longtemps présidé le Conseil d'administration de la Compagnie parisienne du gaz.

J'avais fait sa connaissance personnelle au laboratoire de Henri Sainte-Claire Deville, à ces réunions de l'après-midi du dimanche où, la pipe à la bouche, Deville, toujours jeune, recevait ses amis et critiquait, non sans un brin de malice, les choses, les hommes et les théories. Là, je trouvais Debray, Hautefeuille, Mascart, Caron, Grandeau, Lorrain, Brouardel, Schützenberger et, un peu plus tard, Marcelin Berthelot. C'est là aussi que

j'avais vu travailler Troost de près, et appris à l'apprécier. Malheureusement, devenu veuf de bonne heure, il avait encore eu l'infortune de perdre ses deux filles, ses seuls enfants. Depuis, fermé à toute vie mondaine, ne voulant plus d'autres relations que celles de sa famille la plus proche et de quelques rares amis, Troost se bornait à remplir avec conscience les devoirs de ses multiples charges. Cette année, alors que nous admirions sa verte vieillesse, il parut tout à coup faiblir; ses forces baissaient sensiblement, non pas son intelligence, et le 30 septembre, sans crise, doucement comme il avait vécu, il s'endormit du sommeil dont on ne se réveille plus.

Des douze Associés étrangers que l'Académie choisit parmi les savants les plus éminents du monde civilisé, leur vénérable doyen et l'un des plus illustres, Sir. J. Dalton Hooker, vient de nous être enlevé il y a peu de jours à l'âge de 94 ans. Il avait été longtemps le Directeur du célèbre Jardin botanique de Kiew, près Londres. A 23 ans, attaché à la fameuse expédition du Capitaine J. C. Roos au Pôle arctique, il en rapportait la description de plus de 3000 espèces. En 1847, il explorait les monts Himalaya, le Thibet et l'Inde. Puis vinrent le Maroc et le Haut Atlas, le Colorado, la Californie dont il étudia la végétation. Son *Genera Plantarum* restera longtemps le *vade mecum* des grands botanistes.

Jacob Henricus Van 't Hoff, l'un de nos Correspondants les plus célèbres, allait lui aussi devenir notre Associé, lorsque la mort l'a frappé. Il était de Rotterdam, de cette race hollandaise si féconde en puissants esprits. En 1872, Van 't Hoff entrait au laboratoire de Wurtz venant de chez Kékulé. C'est là que je l'ai d'abord connu. C'est aussi là qu'avec son ami Le Bel, dans ce laboratoire de perfectionnement mutuel où les idées volaient dans l'air, les deux amis eurent l'intuition de la cause, jusqu'à eux fort mystérieuse, qui imprime à certains corps le pouvoir de faire tourner la lumière polarisée. Quelques années auparavant notre grand Pasteur avait déclaré que cette propriété était l'apanage exclusif de substances dissymétriquement construites par la cellule vivante. Van 't Hoff et Le Bel, partant de cette idée juste de dissymétrie, le second surtout, firent disparaître la partie mystique de l'hypothèse de Pasteur en découvrant la nature essentielle, moléculaire, de cette insymétrie et produisant de toutes pièces, au laboratoire, des corps dissymétriques doués du pouvoir rotatoire. De ces conceptions est sortie une science nouvelle, la Stéréochimie, qui étudie la structure réelle des édifices atomiques dans l'espace et en tire une foule d'éclaircissements et de conséquences toujours confirmées par l'expérience. Ce fut l'Empereur d'Allemagne lui-même qui voulut que cette science fût enseignée à Berlin et qui, appelant Van 't Hoff

à Charlottenbourg, fit sur sa cassette particulière, dit-on, les frais de la nouvelle chaire. Bel exemple à proposer à nos Ministres et à nos Élus.

Les recherches de dynamique moléculaire furent dès lors l'objet de toutes les préoccupations de l'illustre physico-chimiste. Elles aboutirent à son Mémoire de 1885, *sur les lois de l'équilibre chimique dans les systèmes gazeux et dissous*, où il montrait que les corps en solutions diluées se comportent comme les gaz eux-mêmes et que la pression osmotique suit les mêmes lois que la pression des gaz en vase clos.

La mort de Van 't Hoff est pour la Science une date de deuil.

Nous avons aussi vu disparaître cette année plusieurs autres de nos Correspondants : Armand Sabatier, qui avait professé à Montpellier la Zoologie et l'Anatomie comparée et créé le beau laboratoire maritime de Cette; le mathématicien Méray, de Dijon, qui, comme Weierstrass, quoique moins puissant que lui, avait contribué à fonder, sur des raisonnements indiscutables, les principes même de l'Analyse infinitésimale; le vieux physicien Bosscha, secrétaire perpétuel de la Société hollandaise des Sciences, directeur de l'École polytechnique de Delft, l'un des fondateurs de la Métrologie électrique moderne; Auguste Houzeau, de Rouen, Correspondant pour la Section d'Économie rurale, connu par ses recherches d'analyse agricole et ses études sur l'ozone atmosphérique.

Mais bien plus imprévue, et plus regrettable encore a été la perte de notre savant physiologiste et pathologiste français Arloing. La carrière des concours l'avait fait nommer à Toulouse, puis à Lyon, où il professa la Physiologie à la Faculté de Médecine. En 1886, il succédait à son maître M. Chauveau, dans la direction de la célèbre École vétérinaire du département du Rhône. Anatomiste, Arloing avait été le collaborateur principal de notre illustre confrère pour le *Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques*. Physiologiste, il publiait ses recherches sur la déglutition, la sensibilité récurrente, le fonctionnement des pneumogastriques. Pathologiste, il démontrait l'influence puissante des milieux sur le développement et la virulence des germes pathogènes; il découvrait le singulier bacille héminécrobiophile et le mécanisme de la septicémie gangréneuse. Il distinguait, de la maladie du *Charbon* proprement dite, l'affection moins redoutable qu'il a nommée le *Charbon symptomatique*, épargnant désormais à l'agriculture une énorme perte de bétail.

Arloing étudia plus tard la propagation, la nature et la prophylaxie de la tuberculose, et fournit les meilleurs arguments pour établir l'origine commune du virus de cette terrible maladie chez les animaux et chez

l'homme. Dans les dernières années de sa vie, il s'occupait activement de la vaccination antituberculeuse et semblait atteindre la solution de ce grave problème lorsque la mort brutale l'enlevait, le 21 mai dernier.

C'est à Paris, en 1880, au Concours d'agrégation de Physiologie dont j'étais juge, que je vis, pour la première fois, Arloing. Je garde encore le vif souvenir de sa première leçon : son éloquence calme, sa parole claire, impeccable, sa culture générale, l'autorité de ses jugements, la distinction de sa personne, tout affirmait son mérite.

Dans la vie privée, un peu froid d'apparence, mais toujours bienveillant, attentif, Arloing donnait vite l'impression de sa valeur intellectuelle et morale. Sa mort fut un grand malheur.

C'est encore d'un ami personnel que je dois vous parler, de l'une des gloires de l'Allemagne. Albert Ladenburg, longtemps Recteur de l'Université d'Iéna, devenu plus tard notre Correspondant pour la Section de Chimie, mourait à Breslau le 15 août dernier.

J'avais fait sa connaissance au laboratoire de Wurtz, lorsqu'il y venait, en 1867, compléter son éducation de chimiste. C'est là que j'ai vu son esprit teuton s'épanouir peu à peu à la culture française, et que j'ai pu constater ses naïfs étonnements à mesure qu'il s'initiait aux idées et aux découvertes des Haüy, des Chevreul, des J.-B. Dumas, des Laurent, qu'il avait attribuées jusqu'alors à ses savants compatriotes.

C'est dans ce laboratoire de Wurtz que, en collaborant avec Friedel, il poursuivit ses recherches sur les composés organiques où le silicium joue le rôle de carbone. Plus tard, revenu en Allemagne, il continua seul ces travaux et bien d'autres encore et découvrit une méthode puissante d'hydrogénation qui le conduisit à la reproduction de l'alcaloïde de la ciguë, la conicine. Mais faisant mieux que la plante vivante elle-même, Ladenburg obtint les trois bases prévues par la stéréochimie : la conicine droite, qui est le poison de la ciguë ordinaire, le poison Socratique, mais en même temps aussi, la conicine gauche et la conicine inactive que la théorie prévoit, mais que la nature se refuse à produire.

Plus heureux que le biologiste, le chimiste sait ainsi créer de toutes pièces non seulement les espèces naturelles, mais celles même que la vie ne crée pas, fruits admirables de son imagination et de ses calculs. En apparence, moins bien partagé que l'astronome qui voit briller dans l'immensité les étoiles, les planètes et leurs satellites, et en calcule les mouvements sans pouvoir toutefois modifier en rien la structure des cieux qu'il contemple, le chimiste pénètre dans ces mondes extrêmement petits et

compliqués que nous appelons des *molécules*, dont les atomes sont les étoiles et les satellites, mais étoiles invisibles qu'il suit pourtant par la pensée, qu'il sait même disposer à sa guise de telle façon que, lorsqu'il a réalisé le monde atomique rêvé d'avance, la substance ainsi formée grâce à son artifice se confond absolument avec le corps produit par la nature ou, chose plus surprenante encore, constitue un être entièrement nouveau doué des diverses aptitudes qu'a voulu lui communiquer son auteur.

C'est ainsi qu'ont été créés de toutes pièces l'antipyrine, le pyramidon, le sulfonal, le chloral et l'immense et brillante phalange des couleurs azoïques, et les terribles explosifs modernes, tous corps artificiels destinés à armer le physiologiste ou le médecin, à plaire à nos yeux, à nous défendre ou à attaquer, produits d'un calcul subtil réalisés grâce à la technique la plus précise.

Ladenburg fut un de ces créateurs. La mort est venue le frapper au milieu de ses travaux; elle ne l'a pas surpris. La maladie, d'affreux malheurs, n'avaient pas abattu son âme énergique. Jusques au bout son courage fut digne de sa haute intelligence.

*
* *

Après avoir exprimé les regrets qu'inspirent à notre Académie la disparition d'hommes aussi précieux et aussi illustres, je voudrais maintenant dire quelques mots de ceux qui les ont remplacés, et d'abord des membres titulaires élus cette année : M. Branly, pour la Section de Physique générale ; M. Moureu, pour celle de Chimie ; M. Tisserand, pour la Section des Académiciens libres.

Chacun ici se rappelle les discussions passionnées qui ont accompagné l'élection du nouveau Membre de la Section de Physique. Il avait pour concurrent une femme qui porte le nom hautement honorable de l'un de nos plus regrettés confrères. La question qui divisait notre Académie et l'Institut tout entier n'était pas tant de savoir lequel des deux candidats avait le plus de mérite, que de décider si l'on admettrait le principe même de l'élection des femmes. Malgré le sentiment contraire de l'Institut réuni en Assemblée plénière, l'Académie des Sciences pensa qu'elle n'avait pas le droit de repousser *a priori* toute candidature féminine et qu'il appartient, en principe, à chaque Académie de réglementer comme elle l'entend ses élections et ses choix. Il m'a toujours paru, quant à moi, logique et libéral que les portes de nos Facultés, de nos hôpitaux, de nos prétoires, de nos Académies elles-mêmes, puissent s'ouvrir large-

ment à tous ceux ou celles qui sont capables et dignes à la fois, quels que soient leur religion, leurs opinions ou leur sexe. Faudra-t-il pour des inconvénients évidents, mais, en somme, secondaires, se lier définitivement et d'avance, et déclarer qu'il n'entrera pas à l'Académie des Beaux-Arts une nouvelle Vigée-Lebrun ou une Rosa Bonheur; A l'Académie française, une moderne Madame de Sévigné ou une George Sand? Et chacune de nos Académies, si elle craint des compromis ou des faiblesses, n'a-t-elle pas le droit, d'ailleurs, de décider franchement, et seulement pour son compte, qu'elle exclut toutes les femmes de ses listes, fussent-elles des femmes de génie?

Aussi, maintenant jusques au bout le principe simple et libéral de l'élection du plus digne, l'Académie des Sciences ne crut pas devoir exclure les femmes de ses listes, mais elle nomma M. Édouard Branly, professeur à l'Institut catholique de Paris. Notre nouvel et savant confrère est surtout connu par les progrès que lui doivent la science de l'électricité et la télégraphie sans fil. On a dit avec raison qu'avant ses recherches, la merveilleuse transmission de la pensée à distance, sans conducteur métallique, eût été pratiquement irréalisable.

M. Moureu, professeur à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, a remplacé M. Troost. Ses intéressantes recherches de Chimie organique sur les dérivés acétyléniques, sur la spartéine; sa découverte du sous-azoture de carbone, ses travaux de Chimie physique n'auraient peut-être pas suffi à lui ouvrir nos portes si, abordant en même temps la Chimie minérale, il ne se fût montré maître dans l'étude et la séparation si délicate des gaz rares émanés des eaux minérales, du sol, des houilles, des volcans, etc. Sa remarquable observation de la constance approximative du rapport de ces différents gaz en volumes, quelle que soit leur origine, lui a fait émettre l'opinion que, depuis les temps les plus lointains de la formation des Mondes, ces substances chimiquement inertes, après être passées par les plus extraordinaires conditions de température, de pression, de milieu et de temps, sont restées toujours côte à côte telles qu'elles sont encore aujourd'hui et dans les mêmes rapports, observation bien propre à frapper l'imagination et à faire réfléchir, si elle se confirme, sur le pourquoi et le comment des choses de cet Univers.

M. Eugène Tisserand, nommé Académicien libre, était déjà notre Correspondant pour la Section d'Économie rurale. Directeur de l'Agriculture pendant des années, M. Louis-Eugène Tisserand consacra sa vie à faire pénétrer dans la masse profonde des cultivateurs les données fonda-

mentales de la Science. Il créa chez nous l'Enseignement agricole, depuis l'Institut agronomique jusqu'aux Écoles paysannes. Le résultat de ses efforts ne se fit pas attendre. La production moyenne du blé, qui était annuellement en France de 80 à 90 millions d'hectolitres, montait bientôt à 125 millions. Les études de notre nouveau confrère sur le drainage, les assolements, la croissance des végétaux et de leurs graines, etc. passent au second plan. Nous avons été heureux surtout d'élire celui qui, par un constant souci de la prospérité agricole, a su, en s'appuyant sur la Science, augmenter la richesse et les forces de notre pays.

* * *

Dix-sept Correspondants ont été successivement nommés cette année dans nos diverses Sections :

Dans celle de *Géométrie* : M. Hilbert, de Gœttingue, et M. Cosserat, de Toulouse;

Dans celle de *Mécanique* : M. Zaboudski, de Saint-Pétersbourg ; M. Levi-Civita, de Padoue; M. W. Voigt, de Gœttingue;

Dans celle de *Géographie et Navigation* : M. Sven Hedin, de Stockholm.

Dans celle de *Physique générale* : M. Guillaume, de Genève ; M. Svante Arrhenius, de Stockholm ; M. J.-J. Thompson, de Cambridge;

Dans celle d'*Économie rurale* : M. Godlewski, de Cracovie; M. Peroncito, de Turin; M. P. Wagner, de Darmstadt; M. Leclainche, de Toulouse;

Dans celle d'*Anatomie et Zoologie* : M. Renaut, de Lyon;

Dans celle de *Médecine et Chirurgie* : M. Pavlow, de Saint-Pétersbourg; M. Bernstein, de Halle-sur-Saale.

C'est toute une élite de savants, mais ici je ne parlerai que des plus populaires.

Le célèbre voyageur suédois Sven Hedin, que nous avons élu en juin Correspondant pour la Section de Géographie et Navigation, aurait certes le droit de prendre un peu de repos! De 1884 à 1897, à trois reprises, avec une rare énergie, Sven Hedin parcourut en tous sens les régions inhospitalières du haut et mystérieux continent asiatique, traversant les immenses plateaux neigeux du Pamir, franchissant à plus de 6000 mètres d'altitude l'Altaï et le Mous Tag Ata, pénétrant de là dans les plaines désolées du Tagla Makane, vaste et mortel désert sans eau, d'où toute vie est absente, et dont les immenses vagues de sable ensevelissent les voyageurs. Deux de ses compagnons, avec leurs instruments et tous ses chameaux y périrent. Mais indomptable, continuant son exploration hardie, levant les plans du

Pamir et de l'Hindou Kouch, découvrant les ruines de villes enfouies depuis le commencement de notre Ère sous les poussières accumulées du désert, Sven Hedin atteignait enfin Pékin, renouvelant ainsi l'héroïque exploit que Marco Polo avait exécuté 600 ans avant lui.

Vous décrirai-je d'un mot ses autres voyages? En 1889, il descendait le Yarkend Daria, levait le cours de ce fleuve sur plus de 2000 kilomètres et, ce que nul Européen n'avait pu réaliser avant lui, traversait le Thibet du Nord au Sud et découvrait les sources des deux fleuves sacrés, le Brahma Poutra et l'Indus. Franchissant ces formidables remparts de montagnes où ce vaillant resta 64 jours sans rencontrer ni un homme, ni aucun vestige humain, il releva soigneusement les positions géographiques des sommets et des cours d'eau, et rapporta de ces voyages d'innombrables observations et de précieuses données météorologiques, géologiques, minéralogiques, abondante moisson de l'héroïsme et de la science. Honneur, Messieurs, aux pays et aux races qui produisent de tels hommes!

C'est encore un Suédois, Svante Arrhenius, que choisissait le 6 février comme Correspondant notre Section de Physique générale. Ses travaux sont surtout relatifs à l'état des corps en solution et au mécanisme de la conductibilité électrique. Ses idées sur les ions, d'abord en apparence inacceptables, furent confirmées plus tard par les célèbres recherches de Van 't Hoff sur la pression osmotique et de Raoult sur les points de congélation.

J.-John Thomson, professeur de Physique expérimentale à l'Université de Cambridge, est l'un des physiciens les plus éminents de notre temps. C'est lui qui a démontré que les corpuscules d'électricité, positifs ou négatifs, sont toujours porteurs, quelle que soit leur origine, d'une quantité d'électricité égale au signe près, véritable unité primitive de charge électrique. Plus tard, il parvint même à compter le nombre des ions et la valeur absolue de l'énergie électrique qu'ils transportent. C'est encore J.-J. Thomson qui distinguait le premier dans les corps électrisés en mouvement la masse proprement dite, ou constante, et la masse supplémentaire, ou apparente due au champ électrique ainsi créé, conception bien imprévue qui permit ensuite à Max Abraham et Kauffmann d'établir que toute la masse des électrons est d'origine électromagnétique.

Et, pour finir, quittant les créations du chimiste, les conquêtes du voyageur et les pénétrantes déductions du géomètre ou du physicien, laissez-moi vous montrer un instant le travail de nos hôpitaux et de nos laboratoires modernes, là où se poursuit l'étude du grand mystère, le mystère de la vie.

Qui n'a entendu parler de l'anémie des mineurs avec ses hémorragies intestinales répétées et l'état de déchéance où elle met rapidement les équipes entières des plus robustes ouvriers? Devant cette triste et mystérieuse maladie, la Médecine resta sans réponse et sans armes jusques au jour où le célèbre professeur de Pathologie générale et de Parasitologie de Turin, le docteur Peroncito, devenu notre Correspondant, fit la découverte de l'ankylostome intestinal. Il montra que cet affreux petit ver, absorbé avec l'eau de ces souterrains, provoque, par ses morsures, ces pertes de sang et leur cortège de redoutables conséquences. M. Peroncito nous apprit à guérir cette maladie jusque-là sans remède. A cette heure, des milliers d'ouvriers des mines françaises, anglaises ou américaines lui doivent la vie. Ses autres recherches sur les Échinocoques, sur l'Ostéosarcome des bovidés, etc., sont classiques, mais passent au second plan.

Au célèbre physiologiste de Saint-Pétersbourg, le professeur Pavlow, que nous nommions Correspondant le 13 mars dernier, nous devons, grâce à une technique d'une précision parfaite, des découvertes qui ont renouvelé l'état de nos connaissances sur le fonctionnement de l'intestin et ses ferments. Pavlow et ses élèves ont établi que le travail de chacune des glandes digestives est mis en jeu de façon différente par les divers excitants alimentaires, diastasiques, chimiques et même psychiques. L'impression gustative ou olfactive, la sensation de l'aliment réveillent chacune une action sécrétoire spéciale déterminée par l'impression reçue. La vue, le souvenir ont leur activité propre. Démonstration matérielle, péremptoire, de l'influence du moral sur le physique. Et qui doute que la réciproque ne soit tout aussi vraie?

*
* *

Relatant dans ce discours, déjà long, les principaux événements qui, cette année, ont intéressé notre Académie, je ne saurais terminer sans vous parler, mais rapidement, des bienfaiteurs qui sont venus accroître nos moyens d'action ou enrichir la Science.

Le Fonds Bonaparte destiné « à provoquer de nouvelles découvertes en facilitant les recherches des travailleurs ayant déjà fait leurs preuves en des travaux originaux », ce Fonds, qui mettait d'abord à la disposition de nos savants 25000^{fr} par an, puis 30000^{fr} en 1910 et en 1911, vient d'être porté à 50000^{fr} pour une nouvelle période de cinq années par notre généreux et très honoré Confrère, le prince Roland Bonaparte. Le nombre et la valeur

des travaux que cette fondation a déjà permis de conduire à bonne fin, dans la période qui finit, permet d'espérer une moisson plus précieuse encore pour la période nouvelle qui va s'ouvrir en 1912. C'est un agréable devoir, pour l'Académie, d'en remercier publiquement, en ce jour, notre bien sympathique et savant donateur.

Il y a, Messieurs, quelque 40 ans, un jeune paysan normand, Tranquille Loutreuil, partait pour Moscou engagé comme ouvrier dans une fabrique russe. Celle-ci n'ayant pas fait fortune, on remercia Loutreuil qui se trouva tout à coup, isolé dans un pays dont il connaissait à peine la langue, sans autres ressources que sa jeunesse, son énergie et le désir de vivre. Dans sa Normandie, il avait vu cultiver la betterave; c'est tout ce qu'il savait de mieux. Il eut l'idée de proposer à un fermier russe de lui apprendre à produire cette plante fourragère et sucrière. Marché conclu, il y réussit si bien que, peu d'années après, Loutreuil créait successivement, aux environs de Moscou, des fabriques de sucre, fondait plus tard des usines à soude, et s'enrichissant peu à peu, devenu propriétaire de puissantes mines, il s'élevait au rang des plus grands producteurs de l'Europe industrielle.

Il avait fait le bien autour de lui durant sa vie; il a voulu le continuer après sa mort. Par son testament, Tranquille Loutreuil a légué à l'Académie des Sciences trois millions cinq cent mille francs, somme dont « le revenu annuel sera consacré à encourager, dans les établissements de haute culture scientifique de Paris ou de province (autres que les Universités), ainsi que par les savants et les chercheurs libres indépendants de ces établissements, le progrès des sciences de toute nature ». L'emploi de ce revenu devra être proposé chaque année par un Comité consultatif institué par le donateur, et définitivement voté par un Conseil supérieur ayant à sa tête le Président de l'Académie des Sciences. En faisant ce don magnifique et soumettant l'attribution de ces arrérages à des conditions si bien conçues, ne vous semble-t-il pas que ce paysan normand, devenu richissime grâce à son intelligence et à son travail, a su, dans ses bienfaits, allier la générosité du grand seigneur à la prudence proverbiale de son pays natal.

J'aurais fini s'il ne me restait encore à remercier l'un de nos illustres Associés étrangers, Son Altesse le Prince Albert de Monaco, d'un don national qui, pour ne pas nous arriver directement, n'en est pas moins précieux. Le 23 février dernier, le Prince inaugurait à Paris l'Institut océanographique, complément du Musée de Monaco ouvert aux savants de tous les pays,

Institut qui est, à cette heure, l'un des beaux joyaux scientifiques de notre Capitale. En le livrant à la Ville de Paris et à la France, le Prince prononçait ces paroles :

« L'État doit pourvoir aux besoins supérieurs de la vie nationale. Il doit favoriser l'essor de la vérité scientifique où la pensée de la civilisation trouve son principal appui contre les entraînements d'une hérédité inconsciente, ou l'anarchie de désirs formés dans la fièvre du progrès moderne.... Faites une large part à l'influence scientifique dans l'éducation de la jeunesse ; vous mettrez ainsi dans le cœur des hommes une énergie qui dissipera les fantômes évoqués par l'ignorance autour de leur berceau et vous préparerez pour la Nation un meilleur équilibre moral. »

Puisse (mais à peine en ai-je l'espoir), puisse ce vœu se réaliser et la science devenir avec la morale les seuls titres de gloire qu'un jour ambitionnera le cœur humain.

C'est grâce à l'attribution judicieuse de ces dons généreux, c'est en inspirant ces créations qui offrent aux initiés tant de moyens de travail précieux et productif, c'est en soutenant d'un bras secourable ceux qu'elle distingue dans le tourbillon qui porte et entraîne notre jeunesse laborieuse, que l'Académie, toujours renaissante, grâce à la rénovation de ses Membres, peut agir utilement, favoriser, diriger même, le patient et généreux effort de ceux qu'inspire et soutient le culte de la vérité. Que ce soit celui du géomètre vivant dans le monde idéal de la raison pure où l'esprit débarrassé des contingences découvre les rapports des formes et les relations des grandeurs abstraites; celui de l'astronome calculant la marche des astres dans les profondeurs sans fin; celui du physicien déterminant la température, la composition et la vitesse de déplacement de ces amas de matière perdus dans l'espace; celui du chimiste imaginant des substances nouvelles et les modelant suivant ses désirs; du zoologiste ou du botaniste déterminant les lois des variations et de la descendance des êtres vivants; du médecin découvrant les microbes de redoutables maladies ou cultivant de nouveaux vaccins, l'Académie trouve dans son sein des juges qui prudemment, consciencieusement, savent examiner, décider, décerner leur approbation ou faire des réserves. Gardienne des traditions scientifiques, ne sacrifiant pas le réel au brillant, ne se laissant égarer ni par l'opinion du jour, ni par la routine, elle apparaît comme le tribunal supérieur qui sanctionne le progrès et concourt à l'incessant et glorieux travail de l'esprit humain.

Je donne la parole à M. le Secrétaire perpétuel pour la proclamation de nos prix.

PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1911.

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCOEUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Boussinesq, Alfred Picard; Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Émile Lemoine**, pour l'ensemble de ses travaux mathématiques.

PRIX BORDIN.

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Boussinesq, Alfred Picard; Darboux, rapporteur.)

Deux Mémoires ont été envoyés au Concours. La Commission a retenu seulement le Mémoire n° 2, qu'elle vous propose de couronner.

Le Mémoire n° 2 porte le titre : *Recherches sur les systèmes triples orthogonaux*. Il a été présenté par M. **A. Demoulin**, professeur à l'Université de Gand, déjà lauréat de l'Académie. Ce travail est extrêmement étendu; l'auteur n'a pas craint d'y reprendre diverses découvertes qu'il avait déjà

publiées. Nous nous attacherons plus particulièrement, dans cette analyse, aux développements inédits.

Dans la première Section, l'auteur s'est proposé de faire connaître diverses propriétés caractéristiques des familles de Lamé, c'est-à-dire de ces familles de surfaces qui peuvent faire partie d'un système triple orthogonal. Parmi ces propriétés, nous avons remarqué plus particulièrement la suivante :

Étant donnée une surface quelconque, M. Demoulin associe à chaque ligne de courbure un élément géométrique nouveau : c'est la sphère, à laquelle il donne le nom de *sphère de courbure géodésique*, qui a son centre dans le plan tangent à la surface et contient le cercle osculateur de la ligne de courbure. Comme cette sphère que nous désignons par S_G coupe la surface à angle droit, il est clair que sa définition est anallagmatique, c'est-à-dire qu'elle subsiste quand on soumet la surface à une inversion.

Cela posé, M. Demoulin démontre le théorème suivant :

Considérons une surface variable (A) et les deux sphères de courbure géodésique S_G, $S_{G'}$ relatives aux deux lignes de courbure qui se croisent en un point quelconque M de (A). Pour que la surface variable (A) engendre une famille de Lamé, il faut et il suffit qu'il existe un seul déplacement du point M, *extérieur à* (A), dans lequel le cercle caractéristique de S_G, c'est-à-dire l'intersection de cette sphère avec sa position infiniment voisine, soit orthogonal à $S_{G'}$.

Il est clair que, dans cet énoncé, on pourrait intervertir S_G et $S_{G'}$ [1].

Parmi les conséquences que l'auteur déduit de ses considérations relatives aux propriétés caractéristiques des familles de Lamé, nous signalerons la suivante qu'il obtient par une ingénieuse démonstration géométrique :

De toute surface qui, par translation, engendre une famille de Lamé, on peut déduire, en effectuant de simples quadratures, une surface qui, par rotation, engendre une famille de Lamé et *vice versa*.

---

(1) La proposition de M. Demoulin peut être rattachée à une notion plus générale. Étant donné un complexe (G) de sphères S, c'est-à-dire un ensemble de sphères dépendant de trois paramètres, il y a toujours une sphère S' orthogonale à chaque sphère S et à toutes les sphères infiniment voisines du complexe (G).

Les sphères S', dépendant en général de trois paramètres, forment un second complexe (G') que nous dirons *conjugué* au premier.

On reconnait aisément que la relation entre les deux complexes est réciproque.

Cela posé, la proposition énoncée par M. Demoulin se ramène à la suivante :

Pour que la surface (A) engendre une famille de Lamé, il faut et il suffit que les sphères de courbure géodésique, associées aux deux systèmes de courbure, engendrent respectivement deux complexes conjugués.

La Section III est consacrée à l'étude d'un curieux théorème donné en 1869 par Ribaucour.

Donnons-nous un système triple orthogonal (M) décrit par un point M. Ribaucour a montré qu'on peut déterminer les rayons de trois sphères S, S_1, S_2 assujetties à être tangentes en M respectivement aux trois surfaces coordonnées du système qui sec roisent en ce point, de telle manière que le second point d'intersection M' de ces trois sphères décrive un système triple orthogonal (M') correspondant au premier, les trois surfaces de ce système qui passent en M' étant tangentes respectivement aux trois sphères S, S_1, S_2. L'étude que fait M. Demoulin de ce théorème est une excellente préparation pour la solution du problème qui sera abordé dans la Section V et dont nous parlerons plus loin.

Dans la Section IV, M. Demoulin expose une théorie qui lui appartient plus spécialement. De même qu'on peut rapporter une figure à un système d'axes mobiles en coordonnées cartésiennes, de même en coordonnées pentasphériques, on peut la rapporter à un système formé de cinq sphères mobiles, deux à deux orthogonales. Cette extension de la théorie du trièdre mobile, qui peut être appliquée à bien d'autres questions, est féconde; elle a déjà donné, entre les mains de l'auteur, d'importants résultats. Nous signalerons, parmi les applications de ce Chapitre, la détermination des familles de Lamé formées de cyclides de Dupin et l'étude de différentes familles de Lamé composées de surfaces qui se correspondent dans des transformations conformes. Au lieu d'analyser en détail toutes ces recherches, nous nous attacherons surtout à la Section V, où se trouve abordé et presque complètement résolu un problème difficile dont voici l'énoncé :

Combescure nous a appris le premier qu'à tout système triple (M) décrit par un point M on peut, en intégrant trois équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à trois variables indépendantes, faire correspondre une infinité de systèmes triples (M') décrits par un point M' et tels qu'aux points M, M' les plans tangents à deux surfaces coordonnées correspondantes des deux systèmes soient parallèles. Quand on a obtenu deux tels systèmes, on sait qu'en divisant la droite MM' dans un rapport constant au point M'', le point M'' décrit également un système triple (M'') correspondant aux deux précédents avec parallélisme des plans tangents. Ainsi la droite MM' contient *une infinité* de points décrivant des systèmes triples dans lesquels les surfaces coordonnées se correspondent. Une propriété analogue se rencontre dans les transformations de Ribaucour, dont nous avons parlé plus haut. Comme votre rapporteur l'a démontré, il y a

longtemps, la droite MM′, qui réunit les deux points homologues des systèmes triples associés l'un à l'autre par cette transformation, contient *deux* séries distinctes de points décrivant des systèmes triples se correspondant mutuellement et correspondant aux systèmes (M), (M′) décrits par les points M, M′.

Cela a conduit M. Demoulin à se proposer le difficile problème suivant :

Déterminer tous les complexes de droites tels que, sur chaque droite, on puisse déterminer *une infinité* de points décrivant des systèmes triples orthogonaux qui se correspondent.

En général, étant donnés deux systèmes triples quelconques (M), (M′), entre lesquels on a établi une correspondance, la droite MM′ ne contient que les deux points M, M′, qui décrivent des systèmes triples correspondants; il s'agit de déterminer tous les cas dans lesquels il y a une infinité d'autres points jouissant des propriétés requises.

La mise en œuvre de ce problème conduit à la recherche de la solution commune à trois équations aux dérivées partielles du premier ordre, auxquelles doit satisfaire une fonction λ.

Ces équations sont de la forme

$$\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_i}+a_i\right)\left(\frac{\partial\lambda}{\partial\rho_k}+a_k\right)+m_j\lambda^2+n_j\lambda+p_j=0,$$

où i, j, k doivent recevoir les valeurs 0, 1, 2.

M. Demoulin aborde dans toute sa généralité la solution de ce problème d'analyse. Il est ainsi conduit à des résultats très étendus, qui épuisent presque entièrement la solution de ce problème nouveau et ardu.

Le Mémoire contient beaucoup d'autres recherches relatives à différentes questions, qui, dans ces derniers temps, ont fait l'objet d'études variées : par exemple, aux surfaces qui engendrent une famille de Lamé dans un ou plusieurs mouvements hélicoïdaux; mais nous en avons assez dit pour montrer tout l'intérêt du grand Mémoire de M. **Demoulin** et justifier les conclusions de la Commission, qui propose de lui accorder le prix Bordin.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Lecornu, rapporteur.)

M. **Jouguet**, professeur à l'École des Mines et répétiteur à l'École Polytechnique, est l'auteur de nombreux travaux concernant principalement la Thermodynamique et la Mécanique chimique. On lui doit la notion de fluides physiquement semblables ; la discussion des conditions d'application de la théorie de la similitude à l'Hydrodynamique pratique ; la démonstration d'un théorème d'après lequel les projectiles animés d'une très grande vitesse éprouveraient, de la part de l'air, une résistance proportionnelle au carré de cette vitesse.

Dans une série de Notes sur les ondes de choc, M. Jouguet a comparé la vitesse d'une pareille onde avec la vitesse du son dans le milieu aval et avec la vitesse du son dans le milieu amont. S'appuyant sur le principe de Carnot, il a fait voir que, pour les gaz ordinaires, l'onde de choc est toujours plus rapide que le son dans le milieu amont, résultat remarquable et qui permet d'affirmer l'impossibilité d'ondes de choc négatives. Si, au contraire, le gaz est le siège d'une réaction chimique, il existe une onde de choc et combustion dont la vitesse est égale à celle du son dans le milieu amont. Cette onde de choc possède la propriété de ne pas dépendre des conditions aux limites vers l'arrière, pourvu que ces conditions varient d'une façon continue. Dans le cas particulier de la propagation par ondes planes, l'onde de choc et combustion est animée d'une vitesse uniforme. On s'explique ainsi les propriétés de l'onde dite *explosive*, dont la vitesse est uniforme et indépendante du mode d'allumage. La vitesse calculée est très voisine de la vitesse observée.

Dans un ordre d'idées tout différent M. Jouguet a développé une théorie générale des machines thermiques, fondée sur la notion d'énergie utilisable (*Motivity* de Lord Kelvin). L'auteur étudie les pertes de rendement en les rattachant systématiquement à l'idée d'irréversibilité thermodyna-

mique; il pousse toujours ses calculs jusqu'aux évaluations numériques. L'ensemble de ces recherches forme l'objet d'un Volume intitulé : *Théorie des moteurs thermiques,* qui fait partie de la collection de l'Encyclopédie scientifique.

Nous devons enfin mentionner spécialement les *Lectures de Mécanique*, dans lesquelles M. Jouguet a réuni une suite de textes empruntés aux auteurs classiques, en les accompagnant de notes et de commentaires critiques. C'est là un recueil précieux pour l'étude de l'évolution des idées fondamentales dans le domaine mécanique, et M. Jouguet, en le publiant, a rendu à la Science un service important.

Ce bref exposé suffira, pensons-nous, pour montrer que M. **Jouguet** est digne, à tous égards, de voir ses efforts couronnés par l'Académie des Sciences, et nous proposons de lui décerner le prix Montyon (Mécanique).

M. le capitaine **Duchêne** est l'auteur d'un Ouvrage intitulé : *L'aéroplane étudié et calculé par les Mathématiques élémentaires*, qui doit, semble-t-il, attirer l'attention de l'Académie. La bibliographie relative à l'aéroplane commence à devenir extrêmement touffue, mais les calculs, souvent fort complexes, par lesquels divers auteurs ont cherché à élucider la théorie de ce merveilleux appareil n'ont pas fait avancer beaucoup la question : les lois de l'action de l'air sur les solides en mouvement ne sont pas encore suffisamment connues pour prêter à des déductions rigoureuses, et quelques raisonnements un peu sommaires, basés sur l'intuition, peuvent, en attendant mieux, rendre plus de services aux constructeurs que des recherches d'une apparence plus savante. C'est ce qu'a bien compris le capitaine Duchêne, et il a cherché, tout en respectant les grandes lois de la Mécanique, à résoudre approximativement, par des méthodes aussi simples que possibles, les nombreuses questions qui se posent dans ce nouveau domaine de l'industrie humaine. L'exposition est d'une clarté parfaite; les résultats sont énoncés dans une forme intelligible à tous; quelques-uns présentent une réelle nouveauté et, si l'expérience les confirme, permettront de réaliser des progrès appréciables.

Dans ces conditions, nous pensons que M. **Duchêne** mérite de recevoir une récompense de *cinq cents francs* de la part de l'Académie des Sciences.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PONCELET.

(Commissaires : MM. Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Boussinesq, rapporteur.)

L'Académie décerne le prix à M. **Rateau**, Ingénieur des mines, pour l'ensemble de ses travaux.

PRIX VAILLANT. (Prix de 1909 prorogé à 1911.)

(Commissaires : MM. Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Lecornu, rapporteur.)

La question posée pour le prix Vaillant, qui devait être décerné en 1909, était ainsi conçue :

Perfectionner en un point important l'application des principes de la dynamique des fluides à la théorie des hélices.

Le concours a été prorogé jusqu'en 1911.

Deux Mémoires sont actuellement soumis au jugement de l'Académie pour l'obtention de ce prix. Leurs auteurs sont M. **Charles Doyère**, ingénieur en chef du Génie maritime, et M. **Henry Willotte**, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. En outre, M. Bazin, ingénieur des Arts et Manufactures, a adressé aux Secrétaires perpétuels une lettre de deux pages, dans laquelle il déclare poser sa candidature en raison d'une invention consistant à animer l'hélice propulsive d'un double mouvement, l'un de rotation autour de son axe, l'autre de va-et-vient parallèlement à l'axe. D'après lui, une hélice ainsi combinée remplacerait mécaniquement l'aile de l'oiseau, qui se replie, s'ouvre et bat l'air continûment. Nous n'avons pas à formuler ici une appréciation sur l'idée de M. Bazin; nous devons nous borner à constater qu'elle ne peut être considérée comme constituant un perfectionnement de la théorie de l'hélice et ne rentre pas, dès lors, dans les conditions du concours.

Le Mémoire de M. Doyère est intitulé *Résume de mes travaux sur les propulseurs hélicoïdaux*. C'est une Note de 12 pages, datée du 27 décembre 1908,

dans laquelle l'auteur rappelle la part qu'il a prise, depuis plus de 20 ans, à la mise au point des hélices marines. Cette Note est accompagnée de diverses brochures extraites principalement du *Mémorial du Génie maritime* et du *Bulletin de l'Association technique maritime*. On peut ainsi se faire une idée exacte des titres scientifiques de M. Doyère relativement à la théorie de l'hélice.

Dès 1888, il proposait la notion d'une *surface efficace* différente de la surface géométrique et servant à caractériser la valeur propulsive de l'appareil. Pour définir cette surface efficace, l'auteur admet que chaque élément d'une hélice tournant au point fixe est sollicité par une pression proportionnelle à son aire, au carré de sa vitesse et au carré du sinus que forme sa vitesse avec son plan. Cet angle est le complément de l'angle α que forme la vitesse avec la normale à l'élément. Ceci posé, la surface efficace est, par définition, l'intégrale $S = \int \sin^3 \alpha \, ds$ étendue à toute la face active de l'hélice. M. Doyère trouve que, dans la rotation au point fixe, la poussée longitudinale P et la puissance en chevaux F nécessaire pour entretenir la rotation sont l'une et l'autre proportionnelles à S; puis, à l'aide de coefficients déduits empiriquement de nombreuses observations, il forme les expressions de P et de F pour le cas de l'hélice en marche, ce qui permet de calculer le recul et l'utilisation.

En 1889, M. Doyère montre que, contrairement à l'opinion courante, le nombre N de tours de l'hélice, pour un navire donné, ne croît pas proportionnellement au cube de la puissance F développée par le moteur, et que le rapport $\frac{N}{\sqrt[3]{F}}$ passe par un maximum pour une certaine valeur de la vitesse du navire. Il donne, pour exprimer ce rapport, une formule empirique, dans laquelle interviennent le maître-couple du navire, le diamètre, le pas et la largeur moyenne de l'hélice. L'importance pratique de cette formule résulte de ce qu'elle paraît applicable, dans certaines limites d'approximation, à tous les types de navires. M. Doyère traite, en outre, la question, alors assez nouvelle, des hélices multiples, et montre que la multiplicité des hélices augmente la surface efficace totale ainsi que le coefficient d'utilisation. Il suggère l'idée de placer plusieurs hélices en tandem sur le même arbre, en les éloignant assez les unes des autres pour qu'elles ne s'influencent pas.

En 1902, M. Doyère définit ce qu'il appelle la *surface nuisible* de l'hélice, représentant le surcroît de résistance qu'imposent à la marche du navire la translation de l'hélice et l'effet de succion produit par cet appareil. Il est

ainsi conduit à distinguer le coefficient d'efficacité propre de l'hélice et le coefficient d'efficacité relative, dépendant de la nature du navire.

Nous passons sous silence d'autres Notes, concernant également les propriétés de l'hélice, dans lesquelles l'auteur développe et applique les idées générales qui viennent d'être résumées.

Ainsi que M. Doyère prend soin de le déclarer lui-même, il n'a pas tenté de faire, à proprement parler, la théorie de l'hélice, théorie qu'il considère comme impossible dans l'état actuel de nos connaissances en hydraulique. Il caractérise d'un mot ses travaux, en disant qu'il s'est borné à faire de l'*empirisme raisonné*. Cette constatation ne diminue en rien l'intérêt pratique de ce genre de recherches; mais on doit avouer que les travaux dont il s'agit ne répondent pas tout à fait à la question posée par l'Académie. Nous aurions d'ailleurs de fortes réserves à formuler au sujet de la notion même de surface efficace; M. Doyère y parvient, comme on l'a vu, en supposant l'action, sur chaque élément, proportionnelle au carré du sinus de l'angle de la vitesse relative du fluide. Or on sait qu'une pareille loi, démentie par l'expérience, conduirait à nier la possibilité du vol par le plus lourd que l'air. Il convient d'ajouter que la loi du sinus simple, adoptée dans la théorie de l'aviation, ne conduirait pas ici à des résultats meilleurs, parce que rien n'autorise à l'admettre pour les éléments d'une surface courbe; au surplus, la vitesse relative du fluide, en chaque point de l'hélice, demeure inconnue, en raison de l'agitation de ce fluide, de telle sorte que tous les calculs de ce genre manquent absolument de base.

Quant à la valeur pratique des travaux de M. Doyère, nous ne pouvons mieux faire que de nous en rapporter à l'appréciation d'un juge particulièrement compétent, M. l'Inspecteur général de Bussy, membre de l'Académie, qui écrivait en 1889, à propos d'une des publications de M. Doyère :

« La Note nouvelle de M. le sous-ingénieur **Doyère** est un travail intéressant. La première Partie notamment contient des éléments de comparaison entre les propulseurs de divers bâtiments de la flotte, qu'il peut être utile de consulter.

« Dans la seconde Partie, l'auteur met davantage en lumière ses idées personnelles sur ce qu'il appelle la *surface efficace* des propulseurs, surface aux dimensions de laquelle il rapporte principalement les qualités des hélices. Tout en faisant mainte réserve relativement aux conclusions de l'auteur, je pense que cette seconde Partie présente également des points de vue nouveaux qu'il est intéressant de faire connaître. »

Le travail de M. **Willotte** présente un caractère tout différent, et rentre mieux dans le cadre imposé par l'Académie. Envisageant d'abord le cas d'une hélice qui tourne uniformément, sans avancer, dans un liquide parfait, l'auteur forme les équations du mouvement du fluide rapportées à des axes liés à l'hélice. Si l'on suppose que l'hélice s'étend jusqu'à distance infinie de cet axe et se continue d'autre part jusqu'à son voisinage, elle divise le fluide en deux parties S_1 et S_2 : dont l'une, S_1 par exemple, est poussée par l'hélice. M. Willotte admet que, pour cette région S_1, le mouvement est permanent relativement à l'hélice et présente une vitesse constante, en projection sur l'axe de rotation, pour toutes les molécules. Dans cette hypothèse, il obtient, par un calcul élégant, les équations, en termes finis, des trajectoires moléculaires. Ceci fait, il détermine la surface de l'hélice par la condition de contenir les trajectoires de toutes les molécules qui, au même instant, se trouvent à son contact. Puis il admet que, si l'on matérialise une pareille surface et si on la fait tourner uniformément dans un liquide indéfini, ce fluide, dans la région S_1, va prendre précisément le mouvement permanent dont il s'agit. Mais ceci exige tout au moins que le liquide de la région S_2 puisse, à chaque instant, affluer dans la région S_1. Dans la solution théorique à laquelle parvient M. Willotte, le passage se produit par un orifice infiniment délié que présente l'hélice à la rencontre de l'axe, et la vitesse acquiert en ce point une valeur infinie. Le mouvement, dans la région S_2, est assimilé à l'écoulement du liquide contenu dans un vase de dimensions illimitées, dont la paroi présente un orifice de très petite section.

La première Partie du travail se termine par l'examen de diverses solutions particulières. M. Willotte signale notamment une classe d'hélices dans laquelle les projections des trajectoires sur un plan normal à l'axe sont des spirales logarithmiques. Quand ces spirales dégénèrent en droites rencontrant l'axe, les trajectoires moléculaires sont des paraboles.

La seconde Partie est consacrée à l'étude du mouvement dans les liquides naturels. L'auteur cherche quelles modifications, il convient alors d'apporter dans ses premiers calculs. Considérant ensuite le cas d'une hélice fonctionnant à l'arrière d'un navire, il calcule le rapport entre la vitesse de rotation de l'hélice et la vitesse de progression du navire. Puis il indique les moyens propres à supprimer le phénomène de la cavitation.

La troisième Partie concerne l'extension de la théorie au cas de l'hélice aérienne. M. Willotte pense que l'action de l'hélice est, sauf au voisinage de l'axe, sensiblement la même que si l'air était incompressible, en sorte

que l'hélice aérienne pourrait, dans la plus grande partie de sa surface, être construite suivant les mêmes règles que l'hélice marine.

Ce volumineux Mémoire se termine par cinq Notes contenant divers développements et diverses vérifications.

La théorie de M. Willotte soulève de nombreuses objections, en ce qui concerne la possibilité de réaliser les mouvements obtenus par ses calculs. Nous nous bornerons à en indiquer quelques-unes.

La permanence du mouvement relativement à l'hélice exige, au moins quand l'hélice n'est pas en vase clos, la permanence des forces rapportées au système tournant; tel n'est pas le cas de la pesanteur, exception faite du cas tout particulier où l'axe de révolution est vertical. On peut, cependant, admettre, à la rigueur, que si l'hélice est immergée à grande profondeur, cette influence perturbatrice ne se fait pas trop sentir. Mais, chose plus grave, la solution de M. Willotte conduit à des pressions différentes, de part et d'autre de l'hélice, et cette discontinuité de pression n'est possible qu'avec une hélice s'étendant à l'infini, de façon à séparer complètement, sauf au voisinage de l'axe, les régions S_1 et S_2. Avec une hélice réelle, nécessairement limitée, les deux régions se confondent au delà du contour de l'hélice, en sorte qu'il est impossible d'étudier le mouvement dans l'une sans s'inquiéter de ce qui se passe dans l'autre. Ce qui le montre bien, c'est l'influence, expérimentalement établie, de la forme de la face de l'hélice regardant la région S_2, influence que la théorie de M. Willotte néglige complètement. La même observation s'applique pour les parties voisines de l'axe, où M. Willotte se figure pouvoir remplacer l'orifice infiniment étroit par un passage de grande section, sans modification grave de sa théorie.

Ajoutons que la solution de M. Willotte donne des vitesses absolues qui croissent indéfiniment à mesure qu'on s'éloigne de l'axe, tandis qu'en réalité ces vitesses doivent tendre vers zéro. Pour échapper à cette difficulté, l'auteur déclare que, grâce à la légère compressibilité des liquides naturels, les vitesses quelles qu'elles soient, s'atténuent de plus en plus quand on s'éloigne de la cause du mouvement. Cette manière de voir ne suffit pas pour prouver que, dans le domaine intéressant l'hélice, les trajectoires moléculaires prendront bénévolement la forme qu'on veut leur imposer. Un problème d'hydrodynamique, lorsqu'on fait abstraction des conditions aux limites, comporte une infinité de solutions, dont chacune n'a qu'une probabilité infiniment petite de se réaliser.

A l'égard de la viscosité, M. Willotte estime que ses effets sont négli-

geables, sauf au voisinage de l'axe. On sait cependant qu'une viscosité, même très faible, suffit pour modifier du tout au tout la nature du régime final.

Disons encore que la théorie de M. Willotte le conduit à admettre que le fonctionnement de l'hélice est le même quand l'hélice tourne au point fixe que lorsqu'elle est entraînée dans un mouvement de translation. C'est là un résultat en contradiction avec les indications de l'expérience. Cependant, il ne faut pas exagérer l'importance de cette critique, puisque les formes d'hélice préconisées par M. Willotte n'ont jamais été expérimentées.

Sans insister davantage, nous concluons que, si l'on réalisait l'une des hélices étudiées par M. Willotte et si on la faisait tourner dans l'eau ou dans l'air, les choses se passeraient tout autrement que ne le veut sa théorie. L'intérêt de son Mémoire est donc exclusivement spéculatif; mais, ces réserves faites, il n'est que juste de constater que le travail soumis au jugement de l'Académie dénote une connaissance approfondie de l'Hydrodynamique et une réelle habileté dans le maniement des équations de cette science difficile. C'est la première fois, à notre connaissance, qu'on cherche à attaquer d'une façon vraiment scientifique le problème de l'hélice.

Dans ces conditions, la Commission propose de partager également le prix entre MM. **Doyère** et **Willotte**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VAILLANT.

(*Prix de* 1911.)

(Commissaires : MM. Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Lecornu, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré; Boussinesq, rapporteur.)

La question posée au Concours du prix Vaillant, pour la présente année 1911, avait comme objet de *perfectionner en quelque point l'étude du mouvement d'un ellipsoïde dans un liquide, en tenant compte de la viscosité*. Un seul Mémoire a été envoyé au Concours; il a pour titre : *Mouvement uniforme d'un ellipsoïde dans un liquide visqueux, en négligeant le carré des vitesses*.

L'auteur introduit donc dans la question deux simplifications capitales,

en admettant, d'une part, que le mouvement du solide se réduit soit à une translation uniforme, soit à une rotation uniforme, et qu'il s'est produit, par suite, un état *permanent* du fluide par rapport à l'ellipsoïde; d'autre part, en négligeant partout le carré des vitesses tant du solide que du liquide : ce qui achève de faire disparaître des équations les termes dus aux inerties et ne laisse même subsister, en fait de frottements intérieurs (ou de forces dites de *viscosité*) que ceux, à coefficient constant pour chaque liquide, que font naître les mouvements bien continus observés dans les tubes de Poiseuille, frottements dont Navier a, le premier, donné les formules.

Les quatre équations aux dérivées partielles du problème, entre la pression moyenne p et les trois composantes u, v, w de la vitesse du fluide, par rapport à des axes entraînés avec le corps, sont alors extrêmement simples : car l'une d'elles n'est autre que l'équation de conservation des volumes liquides, $\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz} = 0$, et les trois autres expriment la proportionnalité (avec coefficient constant) des trois dérivées partielles en x, y, z de la pression p aux paramètres différentiels du second ordre des trois composantes respectives u, v, w de la vitesse. Par suite, la pression p est une fonction harmonique.

Enfin, le liquide est supposé mouiller l'ellipsoïde, c'est-à-dire, avoir sa couche superficielle adhérente au solide; ce qui, vu la continuité, admise, des mouvements entre cette couche et l'intérieur, constitue l'hypothèse la plus simple possible, d'ailleurs bien réalisée.

Les équations indéfinies se trouvant ainsi linéaires, linéaires aussi les relations $u = 0$, $v = 0$, $w = 0$ à la surface, et les conditions relatives aux régions éloignées n'y exprimant qu'un *mouvement d'ensemble* donné, la solution générale s'obtient par l'addition pure et simple des six solutions partielles qui correspondent à trois translations uniformes de l'ellipsoïde suivant ses trois axes et à trois rotations uniformes autour des mêmes axes, translations et rotations qu'il suffit ainsi d'étudier successivement.

Mais, malgré tant de simplifications, le problème est encore très ardu, en dehors du cas de la sphère, qui avait été traité vers 1851, par Stokes, pour les translations pendulaires (ce qui comprend le mouvement uniforme si la période devient infinie), et par l'un de nous, en avril 1885, pour une translation variée quelconque. Le cas, surtout, d'un ellipsoïde à trois axes inégaux est particulièrement difficile et paraissait avoir jusqu'ici rebuté tous les chercheurs.

L'auteur du Mémoire présenté au Concours en surmonte néanmoins les difficultés, par une série de généralisations où, partant du cas simple de la sphère et y introduisant la même fonction auxiliaire à laquelle l'équation de conservation des volumes avait conduit Stokes, pour exprimer les deux composantes longitudinale et transversale de la vitesse, il se guide sur l'analogie pour passer, de là, au moyen de deux coordonnées elliptiques dans le plan méridien, au cas d'une ellipsoïde de révolution se déplaçant suivant son axe, et, enfin, grâce aux trois coordonnées elliptiques dans l'espace, qu'il manie avec une grande habileté, au cas des trois axes inégaux.

L'auteur recourt alors, pour abréger les formules, à l'analyse vectorielle. Les résultats de ses calculs sont cependant assez simples : en particulier, la résistance (d'ailleurs proportionnelle à la vitesse translatoire et au coefficient des frottements intérieurs), que la viscosité du fluide oppose à la translation, s'exprime au moyen d'une seule intégrale elliptique. L'auteur en déduit, par exemple, que la résistance éprouvée par un disque circulaire, mû perpendiculairement à son plan, est la fraction $\frac{8}{3\pi}$ de celle qu'éprouverait une sphère de même rayon R et les $\frac{3}{2}$ de celle que subirait le même disque, mû dans son plan : ce qui, suivant une remarque de l'un de nous ([1]), la fait, sauf pour les corps très allongés, presque proportionnelle au contour du *maître-couple* (section maxima normale au mouvement), contour qui est $4R$ pour le disque se mouvant dans son plan et $2\pi R$ (ou $\frac{\pi}{2}$ fois plus fort) pour le disque mû perpendiculairement à son plan, ainsi que pour la sphère.

Il est bien entendu que ces lois supposent les mouvements *très lents* et sont, par conséquent, entièrement différentes de celles qu'il y aurait lieu d'appliquer en navigation aérienne ou même sous-marine.

L'étude du cas-limite où l'ellipsoïde dégénère en un cylindre elliptique conduit à y admettre (comme on l'avait déjà reconnu pour le cylindre circulaire mû normalement à ses génératrices) l'entraînement presque intégral du fluide ambiant, *à toutes les distances très petites par rapport à celle qui existe entre les points du fluide considérés et l'extrémité de l'axe la plus proche* ([2]). Enfin, dans le cas des lentes rotations soit de l'ellipsoïde, soit

([1]) Voir le *Cours de Physique mathématique de la Sorbonne*, par J. BOUSSINESQ, t. II, p. 261.

([2]) Même Tome II, p. 251 à 254 et Note de la page 263.

du cylindre elliptique, soit du disque circulaire, l'auteur calcule le couple à appliquer au corps pour entretenir la permanence du mouvement.

En présence de tous ces intéressants résultats d'une analyse profonde et ingénieuse, votre Commission est heureuse de pouvoir décerner le prix Vaillant de 1911 à l'auteur du Mémoire, M. **Liénard**, ingénieur en chef des Mines, professeur à l'École des Mines de Paris.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE LA MARINE.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Sebert, Vieille, Ch. Lallemand; Guyou, Hatt, Bertin, Lecornu, rapporteurs.)

La Commission chargée par l'Académie de décerner, aux travaux qui ont le plus contribué à augmenter l'efficacité de nos forces navales, le prix extraordinaire de *six mille francs* institué par le Département de la Marine, a cru devoir partager ce prix de la manière suivante :

Un prix de *quinze cents francs* à M. **Doyère**, ingénieur en chef de la Marine, pour son *Étude sur la flexion d'une lame ou d'un anneau minces soumis à des forces quelconques. Application au cas des couples d'un navire.*

Un prix de *mille francs* à M. **H. Roussilhe**, ingénieur hydrographe de 1re classe, pour les opérations hydrographiques qu'il a exécutées sur les côtes de Madagascar pendant la campagne 1908-1909.

Un prix de *mille francs* à M. **Leparmentier**, attaché à la Section technique des Constructions navales, pour son travail intitulé : *Calcul des carènes inclinées.*

Un prix de *mille francs* à M. **G. Simonot**, ingénieur en chef de la Marine, pour son travail intitulé : *Résistance d'un tube cylindrique de longueur infinie submergé dans l'eau.*

Un prix de *sept cent cinquante francs* à M. **Pierre Lemaire**, enseigne de vaisseau, pour son Mémoire intitulé : *Les Compas gyroscopiques. Théorie.*

Un prix de *sept cent cinquante francs* à M. **E. Perret**, professeur à l'École navale de Brest, pour ses travaux relatifs à l'Astronomie nautique.

Rapport sur les travaux de M. Doyère, *par M.* **Bertin.**

En étudiant, dans un beau Mémoire, la flexion d'un anneau élastique soumis, sur tout son pourtour, à des forces quelconques normales ou non à sa surface, M. **Doyère** a eu en vue la détermination du profil qui convient le mieux à la coque d'un sous-marin soumis aux pressions normales, lesquelles diffèrent aujourd'hui très notablement, en raison de la grandeur du diamètre, à la partie inférieure et à la partie supérieure d'un sous-marin. Il montre comment la coque, quel que soit le profil adopté, est exposée à des moments de flexion qui constituent l'élément principal de la charge des matériaux, comment ces moments sont variables selon la profondeur d'immersion, sauf dans le cas du profil circulaire, et, dans tous les cas, selon la répartition des poids à bord, combien enfin on se tromperait en supposant les moments de flexion négligeables sur une coque de profil rigoureusement circulaire.

Ces principes, même en admettant qu'une certaine incertitude subsiste, sur le résultat des calculs numériques présentés du reste comme approximatifs, sont d'une haute importance pour la construction de la coque des sous-marins. Aussi le Mémoire de M. Doyère a-t-il fourni immédiatement la matière d'un Chapitre nouveau dans le cours de résistance des matériaux à l'École du Génie maritime.

La Commission propose donc l'attribution à M. **Doyère** d'une somme de *quinze cents francs* sur le prix extraordinaire de 6000^{fr} du Ministère de la Marine.

Un nouvel examen du Mémoire de M. Doyère, au point de vue de son insertion possible dans le Recueil des Savants étrangers, serait à faire, si M. Doyère voulait bien compléter son travail par le calcul du travail de déformation interne des arcs de courbes non aplexiques. Le travail virtuel $M_0\Theta$ des forces extérieures sur un arc du profil, pour une flexion Θ, se compose en effet à la fois de la somme des travaux élémentaires $\varepsilon\mu^2\,ds$ et du travail intérieur de déformation. Il conviendrait de démontrer que ce dernier, probablement assez faible, est en réalité négligeable.

Rapport sur le travail de M. Roussilhe, *par M.* **Hatt.**

Les deux Mémoires que M. **Roussilhe** présente au concours du prix extraordinaire de 1911, rendent compte des opérations hydrographiques qu'il a exécutées sur les côtes de Madagascar pendant la campagne de 1908-1909.

Comme d'habitude, les mois de la saison sèche ont été consacrés au travail sur la côte Ouest; on réservait pour l'hivernage le levé d'une portion de la côte Est de l'île descendant vers le Sud à partir de Diego-Suarez. Au bâtiment hydrographe *Le Vaucluse* avait été adjointe, pour les opérations de l'Ouest, la canonnière *La Surprise* dont le concours était presque indispensable en présence des difficultés d'un levé au large des côtes. En l'absence de repères fixes, il a fallu se servir de signaux flottants : une trentaine de bouées furent mouillées à cet effet sur le terrain à reconnaître et rattachées aux signaux de la triangulation côtière. Celle-ci, appuyée sur les déterminations antérieures, a été prolongée au Sud jusqu'à la rivière Sohanina et a compris les îles Barren qui ont été l'objet d'un levé particulier. Une surface d'environ 2400^{km^2} a été entièrement sondée.

Dès le 22 septembre, l'arbre de couche du *Vaucluse* s'était brisé et le bâtiment eût été en situation très critique si la *Surprise* n'était pas venue à son secours en le prenant à la remorque. Cet accident mettait la mission dans l'impossibilité de remplir le programme prévu pour le travail de la côte Est, car le *Vaucluse* s'est trouvé immobilisé pour de longs mois et la *Surprise* employée à le conduire à Durban (Natal) a dû être détachée du Service hydrographique.

M. Roussilhe a pris l'initiative de demander au chef de la station navale l'autorisation d'entreprendre le travail de la triangulation en opérant par terre le long de la côte orientale. C'était se condamner à une tâche très pénible, car en l'absence du concours des deux bâtiments il était privé des moyens de communication et d'approvisionnements habituels.

Pour cette mission exclusivement géodésique, M. Roussilhe était assisté de MM. Vivien et Baule, enseignes de vaisseau, et le personnel ne comprenait en outre qu'un quartier-maître et deux matelots du *Vaucluse* ainsi que deux auxiliaires indigènes.

C'est à ce personnel réduit qu'échut la tâche ardue de construire tous les signaux et d'effectuer toutes les opérations ultérieures : triangulation, mesure de base et observations astronomiques.

Le réseau de triangulation s'est étendu de Diégo-Suarez à Vohémar appuyé sur une base provisoire provenant des travaux antérieurs. Une base définitive de 4600^{m} a été mesurée à l'extrémité sud du réseau du côté de Vohémar. Pour cette opération, exécutée par le procédé Jäderin au moyen de fils d'acier invar Guillaume construits par notre confrère M. Carpentier, la mission s'est conformée aux indications de la brochure récente de MM. Benoît et Guillaume : *la mesure rapide des bases géodésiques.*

Les résultats ont été remarquablement concordants et ont prouvé l'excellence de la méthode au double point de vue de l'exactitude et de la rapidité de l'exécution.

Par le fil 50 on a obtenu :

Aller	$4591^{m},623$
Retour	$4591^{m},613$

Par le fil 64 on a obtenu :

Aller	$4591^{m},620$
Retour	$4591^{m},616$

L'opération complète : reconnaissance du terrain, construction de signaux, mesure et rattachement de la base au réseau, n'a pris que neuf jours et demi.

Le calcul des coordonnées rectangulaires des signaux principaux a été conduit d'après le système azimutal, de manière à déterminer des positions absolues. L'échelle provisoire se trouvait ainsi comparée à l'échelle définitive obtenue par la mesure de base; l'orientation et la position sur la carte résultaient, d'autre part, des observations astronomiques. Une simple transformation de coordonnées suffisait pour rendre définitives toutes les positions calculées provisoirement.

Par ce travail, consciencieusement et intelligemment effectué, M. **Roussilhe** a établi un réseau parfaitement homogène qui en plus de son utilité propre aura celle de servir d'appui aux travaux qui seront postérieurement entrepris. Nous pensons que l'initiative qu'il a prise mérite d'être reconnue et encouragée et que le service rendu à l'hydrographie de nos côtes justifie l'attribution à son travail d'une somme de *mille francs* à prélever sur le prix extraordinaire de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. Leparmentier, *par M.* **Bertin.**

Les deux Mémoires de mai 1897 et février 1909, dont M. Leparmentier présente un exemplaire, contiennent l'exposé des perfectionnements, qu'il a apportés à la méthode des quadratures pour la détermination de la stabilité des navires sous toutes les inclinaisons, et dont l'adoption a été, l'an dernier, rendue réglementaire dans la Marine. Les quatre planches jointes aux Mémoires font connaître les applications dans les cas les plus importants, particulièrement dans celui des avaries de combat ouvrant à la mer quelques-uns des compartiments étanches de la tranche cellulaire.

La stabilité sous des angles d'inclinaison finis, et non infiniment petits, a été l'objet d'anciens travaux de géométrie dus à M. Dargnies, à M. Reech, à M. Risbec, à M. Daymard et autres. Les calculs étaient très compliqués, et la méthode des quadratures restait en défaut dans le cas des avaries de combat, lorsqu'en 1890, M. Bertin signala les dangers que les avaries font courir à la stabilité, et les détermina exactement par des expériences exécutées sur des modèles et poussées jusqu'au chavirement. M. Doyère reprit alors l'étude des procédés de quadrature et les mit en état de rivaliser avec le procédé expérimental. M. Leparmentier a simplifié les calculs et accru leur précision par la substitution de fuseaux de révolution aux onglets de la carène immergés et émergés et par le choix judicieux du plan bissecteur des onglets pour engendrer ses fuseaux; il a donné des modèles de tableaux très complets que le dessinateur peut remplir assez rapidement. La comparaison donnée, dans la planche II, entre les résultats du calcul et ceux d'une expérience faite à Toulon sur un modèle métallique et par suite à l'abri de l'imbibition, prouve qu'on peut tenir pour exactes les courbes de hauteurs métacentriques déterminées par la méthode Leparmentier.

L'importance du sujet, clairement démontrée en 1890 et malheureusement confirmée par diverses catastrophes survenues depuis lors, sur des bâtiments défectueux, donne une grande valeur pratique aux laborieuses études de M. **Leparmentier**. Elle justifie l'attribution d'un prix de *mille francs*.

Rapport sur les travaux de M. Simonot, *par M.* **Bertin.**

M. **Simonot**, conduit par ses fonctions à déterminer les échantillons de la coque de quelques sous-marins de modèle nouveau, a, pour la première

fois, tenu compte de la différence de pression hydrostatique sur le haut et le bas de la coque, ainsi que de la répartition des poids, pour calculer le moment de flexion auquel la coque est soumise en ses différents points et, par suite, la résistance à la flexion que la membrure doit présenter.

La Note de M. Simonot ne renferme aucun calcul théorique, aucune recherche sur les profils isoplexiques, aplexiques ou autres, ou même sur l'effet des changements de la profondeur à laquelle le sous-marin est immergé. Toutefois, M. Simonot a envisagé, en outre du profil circulaire habituel, un profil ovale, avec les deux arcs $3^{m},70$ et $3^{m},25$, le grand arc étant soit horizontal, soit vertical. Les moments de flexion, dans les différents cas, résultent soit de la variation de pression hydrostatique, soit de la répartition des poids, en supposant, pour le cas du profil ovale, la charge d'eau de $10^{m},33$ sur la génération supérieure. Tous les calculs sont de simples quadratures.

L'importance du sujet, étant tenu compte de ce que les échantillons des premiers sous-marins ont été uniquement déterminés au sentiment et de ce que la possibilité de réaliser une meilleure solidité par une certaine ovalisation de la coque n'était pas même imaginée, a paru justifier l'attribution à M. **Simonot** d'une somme de *mille francs* prise sur le prix extraordinaire de 6000^{fr} du Ministère de la Marine.

Rapport sur les travaux de M. Pierre Lemaire, *par M.* **Lecornu**.

L'emploi de la boussole est rendu difficile, à bord des sous-marins, par la proximité d'importantes masses métalliques et de courants électriques qui risquent, malgré toutes les précautions prises, de troubler les indications de l'aiguille aimantée. Aussi a-t-on songé depuis longtemps à utiliser la propriété que possède l'axe du gyroscope de Foucault, lorsqu'il est abandonné à lui-même sans vitesse initiale, de conserver, par rapport à la sphère céleste, une orientation invariable, d'ailleurs arbitrairement choisie. Malheureusement les forces perturbatrices, telles que les frottements, qu'il est impossible d'éviter, rendent incertaines les indications de l'appareil.

Le gyroscope peut être employé d'une autre manière. Si on le munit d'un plan directeur, c'est-à-dire si l'on oblige son axe à décrire un plan lié invariablement à la terre, la théorie indique que cet axe tend, sous l'influence de la rotation terrestre, à se placer dans une position déterminée par rapport à la terre. Si, en particulier, le plan directeur est horizontal,

l'axe tend vers la direction Nord-Sud, et le gyroscope fonctionne alors comme une boussole, donnant le Nord vrai. Mais, à bord d'un navire, il est impossible de réaliser l'invariabilité de la liaison.

Dans le Mémoire qu'il soumet au jugement de l'Académie, M. **Pierre Lemaire**, enseigne de vaisseau, reprend le problème sans faire mention des recherches antérieures aux siennes. Le gyroscope qu'il préconise présente une disposition nouvelle qu'on peut, en deux mots, décrire de la manière suivante. Un pendule suspendu à la Cardan, de façon que sa tige soit susceptible de prendre toutes les directions, se termine inférieurement par un cadre supportant l'axe du tore. Au repos, la tige pend verticalement et l'axe du tore est horizontal. Pour faire fonctionner l'appareil, on donne au tore une grande vitesse de rotation, entretenue électriquement, en sorte qu'on a affaire à un pendule conique supportant un solide de révolution qui tourne très rapidement. Tel est le système dont l'auteur se propose d'étudier le mouvement. Supposant d'abord que le navire est immobile, il établit les équations générales, les simplifie en laissant de côté les termes qu'il juge négligeables, et discute les formules ainsi obtenues. Il passe ensuite à l'examen des déviations balistiques dues aux changements de vitesse et de direction du navire, à ses mouvements de roulis et de tangage. Il examine aussi l'influence des variations de vitesse du tore, dues aux changements d'intensité du courant électrique. Ainsi que le remarque M. Lemaire, il est nécessaire de pourvoir l'instrument d'un amortisseur capable d'étouffer peu à peu les oscillations. L'auteur recherche les conditions que doit remplir ce système amortisseur. Il décrit un amortisseur à réaction d'air qui donne une solution du problème, mais présente, d'après lui, de très grands défauts. Il ajoute qu'il a été conduit à imaginer un système amortisseur absolument différent mais dont il ne fera ici « ni la théorie qui mène à des calculs assez compliqués, ni la description qui serait un peu longue ».

Les calculs auxquels s'est livré M. **Lemaire** pour établir sa théorie du gyroscope demanderaient, croyons-nous, à être revus sur certains points. C'est ainsi que l'auteur, après avoir obtenu un système de deux équations différentielles du second ordre à coefficients constants entre les deux inconnues servant à définir la position de l'axe, au lieu d'intégrer immédiatement ces deux équations, commence par différentier l'une d'elles et néglige à ce moment un terme de même ordre que les termes conservés. Les développements subséquents se trouvent, de ce chef, entachés d'erreur.

Quoi qu'il en soit, ce Mémoire présente une somme de travail importante

et témoigne d'une connaissance approfondie des principes de la Mécanique. Aussi nous paraît-il très digne d'être récompensé par l'Académie.

Rapport sur les travaux de M. E. PERRET, *par M.* **E. GUYOU.**

Les travaux de M. **PERRET** se rapportent à l'Astronomie nautique.

Le *Traité de Navigation* qui est son principal Ouvrage se distingue par deux qualités essentielles. Rompant avec raison avec des habitudes surannées, l'auteur a d'abord substitué les méthodes générales aux raisonnements particuliers adoptés pour éviter les règles de signes cependant si simples et si sûres. D'un autre côté, M. Perret, aussi habile praticien que théoricien expert, a très heureusement dégagé son sujet en écartant systématiquement une multitude de questions parasites, inutiles en pratique, et dont l'Astronomie nautique était encombrée. Toutes les parties de l'Ouvrage sont d'ailleurs traitées avec beaucoup de méthode, de clarté et de précision.

M. Perret a fait en outre de très heureuses applications des principes de la Nomographie, établis par M. d'Ocagne, à la résolution de plusieurs problèmes secondaires de navigation, tels que le problème des circumméridiennes, celui des hauteurs correspondantes, et notamment le problème de l'azimut en fonction de l'heure dont la résolution s'impose très fréquemment à la mer. Ce problème, dont la résolution sans calculs ne pouvait s'obtenir qu'à l'aide de tables volumineuses, est résolu aujourd'hui à vue sur un nomogramme de dimensions très restreintes.

M. **PERRET** a donc, par ses intéressants travaux, contribué aux progrès de l'Astronomie nautique, et la Commission lui accorde un prix de *sept cent cinquante francs* sur les fonds du Prix extraordinaire.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PLUMEY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Vieille, Ch. Lallemand, Lecornu; Bertin, rapporteur.)

Un prix de *mille francs* est décerné à M. **ROBERT LELONG**, ingénieur en chef de la Marine.

M. Lelong, dans les cours qu'il a professés à partir de 1899 à l'École du Génie maritime et dans différents Mémoires publiés dans plusieurs recueils de Mécanique, a apporté une contribution importante au perfectionnement des moteurs marins, soit sous le rapport de l'économie de combustible, soit sous celui du fonctionnement mécanique.

Ses études, sous le rapport de l'économie, consistent surtout dans l'emploi et la discussion du diagramme entropique, dont il avait été fait peu d'usage ou même aucun usage avant lui, car je me bornais en 1893 à indiquer l'utilité de ce diagramme.

Ses principales recherches au sujet du fonctionnement mécanique ont porté sur l'irrégularité du mouvement de rotation des arbres d'hélice, cause de fatigue aussi importante que mal connue. A citer aussi une « Contribution à l'étude du fonctionnement mécanique des machines alternatives », consacrée principalement à la détermination des forces d'inertie qui a paru en 1903 dans la *Revue de Mécanique*.

M. Robert Lelong a reproduit une grande partie de ses travaux dans son *Traité de machines à vapeur marines*, écrit en collaboration avec M. Brosser, dont la valeur didactique est à mentionner ici pour mémoire (1909).

L'ensemble de ces travaux, parmi lesquels ceux antérieurs à 1905 sont énumérés dans une Notice déposée pour le Concours de 1911, a paru mériter un prix de *mille francs*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Poincaré, Lippmann.)

Le prix n'est pas décerné.

PRIX LALANDE.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; B. Baillaud, rapporteur.)

Le catalogue général de 6188 étoiles préparé à l'observatoire Dudley, à Albany, par M. **Léwis Boss**, directeur du département d'astrométrie méridienne de l'Institution Carnegie de Washington, est le résultat d'une tentative faite par lui pour obtenir, de ces étoiles, les positions les plus précises et les mouvements propres. C'est subsidiairement que l'auteur a réuni les résultats en un catalogue rapporté à l'époque 1900.

M. L. Boss n'a employé dans ce travail que les catalogues antérieurs les plus précis; la liste qu'il en donne comprend 76 catalogues imprimés et 4 catalogues manuscrits. Il a utilisé aussi un grand nombre d'observations faites au cercle méridien de l'observatoire Dudley.

Jusqu'ici le catalogue général de 8377 étoiles, calculé par Francis Baily et publié en 1845 par l'Association britannique pour l'avancement des Sciences, a été le seul Ouvrage étendu de cette sorte. Que 60 années se soient écoulées entre les deux entreprises, M. L. Boss l'attribue à deux raisons analogues d'ailleurs l'une à l'autre. On a dû toujours attendre l'achèvement de certains travaux importants d'observation; d'autre part, l'étendue du travail a pour résultat que ce travail à peine terminé n'est déjà plus à jour. M. L. Boss remarque que cet inconvénient, s'il s'applique aux positions mêmes des étoiles, n'atteint pas les mouvements propres. Votre Commission a pensé qu'il fallait une grande puissance de volonté pour entreprendre un tel travail, qu'il fallait aussi un esprit critique rare pour le mener à bonne fin, pour fixer judicieusement les erreurs probables des coordonnées obtenues, et surmonter les difficultés résultant de ce que ce n'est que depuis un nombre d'années peu considérable qu'ont été employées, par les observateurs, les précautions permettant d'éviter l'effet des équations de grandeur.

C'est à l'unanimité, et comme d'acclamation, qu'elle vous propose d'accorder à M. **Léwis Boss** le prix Lalande pour 1911.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX VALZ.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, H. Poincaré; Bigourdan, rapporteur.)

M. **Rambaud** est un observateur à la fois très habile et très zélé qui, après avoir débuté dans la Marine, a été attaché, à partir de 1880, aux divers observatoires établis à Alger ou aux environs.

Pendant 5 ans, il fut l'unique collaborateur de Trépied, et prit alors une part active à la détermination des étoiles de culmination lunaire, à l'observation des comètes, etc.

Dès que l'observatoire actuel de la Bouzaréah fut organisé, il se consacra, avec M. Sy, à l'observation des étoiles de la zone comprise entre 18° et 23° de déclinaison australe; il a formé ainsi un très important catalogue stellaire de 10000 étoiles, dont l'apparition prochaine est impatiemment attendue.

M. Rambaud a également pris part au service photographique, notamment pour la détermination de la parallaxe d'Éros; à l'observation des éclipses de Soleil de 1900 et de 1905, etc. Il a fait aussi un grand nombre d'observations de petites planètes.

Dans ces dernières années, il s'est adonné surtout aux observations de comètes, s'attachant à suivre ces astres aussi longtemps que possible. On connaît l'importance de telles observations, qui parfois allongent considérablement l'arc sur lequel on peut baser la détermination de l'orbite. Or, à force d'attention et de persévérance, par une éducation spéciale de son œil, M. Rambaud est souvent parvenu à voir ces astres plus longtemps que tous les autres observateurs; et cependant sa lunette, de $0^m,32$ d'ouverture, est relativement faible par rapport aux grands équatoriaux d'aujourd'hui.

C'est ainsi qu'il a obtenu les dernières observations de la comète Perrine (1909 *b*), de la comète Daniel (1909 *e*), de la grande comète de janvier 1910, etc. Par ces observations il a contribué, dans une large mesure, à établir la supériorité de l'observatoire d'Alger, en ce qui concerne l'observation des comètes qui sont à l'extrême limite de visibilité. Aussi la Commission propose d'accorder à M. C. **Rambaud** le prix Valz de 1911 pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT.

(Commissaires : MM. Wolf, Deslandres, Bigourdan, Baillaud, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; Radau, rapporteur.)

L'attention de l'Académie a été appelée, à plusieurs reprises, sur les importants travaux, relatifs principalement à la théorie des comètes, que nous devons à M. L. **Schulhof**, et, qui lui ont valu, depuis longtemps, une incontestable autorité parmi les astronomes. Mais ces recherches, si longues et si délicates, qui suffiraient à l'ambition d'un travailleur ordinaire, ne représentent pourtant qu'une partie des tâches multiples que s'est imposées ce travailleur qui ignore la fatigue et le repos. Nous croyons le moment venu de signaler à l'Académie les titres que M. Schulhof s'est acquis à la reconnaissance du monde savant, en prenant, depuis trente ans, une part active à l'achèvement des Tables de la Lune fondées sur la théorie de Delaunay, et qui sont aujourd'hui terminées. M. Schulhof a surveillé, contrôlé, et souvent même dirigé, les longs calculs exigés par la construction de ces Tables; il en a notablement simplifié le mécanisme par d'ingénieuses transformations, et il a souvent participé personnellement à l'exécution des calculs numériques, très fatigants, qu'entraînait la mise en nombres des formules.

La Section d'Astronomie a pensé qu'il était juste de donner à M. **Schulhof**, à cette occasion, une marque de son estime, et elle propose de lui décerner le prix G. de Pontécoulant, en exprimant le désir qu'il soit, pour cette fois, porté à 1700^{fr}.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DAMOISEAU.

(Commissaires : MM. Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Hamy, Darboux, Lippmann, Poincaré; B. Baillaud, rapporteur.)

1° Prix de 1908, prorogé à 1909 et prorogé de nouveau à 1911.

La question mise au concours en 1908 pour le prix Damoiseau était la suivante :

Théorie de la planète Éros fondée sur l'ensemble des observations.

Aucun Mémoire n'a été envoyé à l'Académie.

Votre Commission n'a pas cru devoir proroger de nouveau le concours. La planète Éros a provoqué jusqu'ici des travaux considérables, et l'Académie, en attribuant l'an dernier à M. Arthur R. Hinks un prix sur la fondation Leconte, a récompensé l'effort le plus grand, sans doute, qui ait été fait à son sujet, et le plus fructueux. Mais en restant dans le domaine de l'étude de l'orbite, votre Commission a porté son attention sur les travaux qui ont préparé et facilité la tâche de M. Hinks.

La planète a été trouvée le 14 août 1898 par M. Witt à l'Observatoire Urania, à Berlin. La grandeur de son mouvement diurne et l'éclat de l'astre en firent multiplier les observations. Des orbites provisoires furent calculées par de nombreux astronomes. Parmi eux, M. **Millosevich**, directeur de l'Observatoire du Collège Romain persista et donna, au nº 3609 des *Astronomische Nachrichten*, un Mémoire intitulé : *Sur l'orbite de* 433 *Éros basée sur toutes les observations des années* 1898-1899 : M. Millosevich avait utilisé 999 ascensions droites et 992 déclinaisons observées entre le 14 août 1898 et le 13 mai 1899. L'arc décrit par la planète était de 152 degrés.

Partant d'un système d'éléments (le second) publié par lui au nº 3528 des *A. N.*, M. Millosevich construisit une éphéméride s'étendant du 11 août 1898 au 28 janvier 1899 et en déduisit 13 lieux normaux. D'un troisième système publié au nº 3545 des *A. N.* il tira une éphéméride prolongeant la première jusqu'au 9 mai, et 4 lieux normaux.

M. Millosevich calcula les perturbations produites par la Terre, par Jupiter et par Saturne et parvint à représenter les 17 lieux normaux avec une grande exactitude. De son travail, en prolongeant de 20 jours en 20 jours le calcul des perturbations, il déduisit des éléments osculateurs à la date (30 octobre 1900) de la deuxième opposition et une éphéméride allant du 1er septembre 1900 au 31 janvier 1901. Dans des Notes ultérieures publiées aux nos 3678 et 3741 des *A. N.*, il obtint 5 autres lieux normaux répartis entre le 21 juillet 1900 et le 20 mars 1901. Il pensa que les éléments osculateurs au 31,5 octobre 1901 satisferaient aux exigences des astronomes dans le travail international.

En 1905 M. **Witt**, qui avait découvert la planète, publia à part un Mémoire intitulé : *Recherches sur le mouvement de la planète Éros*. « On peut et l'on doit, écrivait M. Witt, chercher, en tenant compte de toutes les observations, à donner aux éléments de la planète assez de précision pour qu'ils puissent servir aux prédictions et aux corrections définitives des

éléments dans l'avenir. » Il se demande si l'on pourra en tirer une correction du système de la masse Terre-Lune et une détermination indépendante de la parallaxe, M. Hinks a donné à ces deux questions une réponse complète.

M. Witt a utilisé une bonne partie des résultats obtenus par M. Millosevich. Il a employé aussi un calcul de perturbations fait à l'Institut de calculs de Berlin, par Wedemeyer, allant du 20 mars 1901 au 8 juin 1903. Il a employé 21 observations photographiques d'Harvard College sur des plaques de 1893-1894 et de 1896, obtenues 12 à Cambridge, 9 à Arequipa. Le calcul a été fait en deux fractions, une nouvelle détermination d'éléments ayant été faite après qu'il fut tenu compte des observations de 1893-1894. Tous les calculs de perturbations de M. Witt ont été faits deux fois. Les perturbations produites par la Terre et Vénus ont été recalculées par lui de 10 jours en 10 jours, de 1896 au milieu de 1901; ayant ensuite établi un nouveau système d'éléments au moyen duquel il termina les calculs des perturbations, il parvint enfin à un troisième système d'éléments ne laissant plus d'écart sensible que pour l'un des lieux normaux (10″ en ascension droite).

Tous ces calculs de M. Millosevich et de M. Witt ont été mis à profit par M. Bossert, à l'Observatoire de Paris, pour la formation d'une éphéméride précise calculée à 8 décimales, de 6 heures en 6 heures. M. Bossert donna ainsi les éphémérides publiées dans les circulaires 9 et 12 de M. Lœwy.

La discussion, à laquelle s'est livré M. Hinks, de l'ensemble des observations d'Éros a montré qu'il était possible d'obtenir, par des clichés photographiques, une précision sensiblement plus grande que celle des observations visuelles antérieures, à condition que l'on éliminât avec grand soin diverses causes d'erreur systématiques. Avec ces précautions, il devenait nécessaire de donner aux éphémérides de comparaison une précision plus grande, et M. Hinks signala que les éphémérides de M. Bossert avaient besoin d'être améliorées.

Cette partie inattendue du travail fut l'œuvre de M. Lagarde qui, avec le concours du Bureau des calculs de l'Observatoire, la mena à bonne fin en quelques mois.

Il ne suffisait pas d'apporter aux calculs un soin plus minutieux; encore était-il au moins nécessaire d'indiquer par le menu la provenance des documents utilisés et cette précaution révéla quelque insuffisance dans les principaux d'entre eux.

M. Lagarde recalcula d'abord complètement l'éphéméride d'Éros à l'aide des positions du Soleil déduites des Tables de Newcomb. Pour cela il calcula de 2 jours en 2 jours l'éphéméride d'Éros rapportée au centre de gravité du système Terre-Lune, l'interpola de 6 heures en 6 heures, y appliqua les effets des perturbations lunaires de la Terre calculées directement de jour en jour et interpolées de 6 heures en 6 heures. M. Lagarde tint compte d'une correction indiquée par M. Witt et tenant à ce que M. Bossert avait complété à 8 décimales, par des zéros, les valeurs du logarithme du demi grand axe données par M. Millosevich avec sept, et n'avait pas modifié en conséquence le moyen mouvement pour maintenir la relation exigée par la troisième loi de Képler.

Cette éphéméride suffit à M. Hinks pour obtenir la parallaxe du Soleil : mais elle fut reconnue insuffisante pour la déduction de la masse de la Lune. Les coordonnées rectilignes du Soleil déduites des Tables de Newcomb n'offraient pas une base assez claire et précise. M. Lagarde a appliqué la méthode employée par Gill pour le calcul de l'éphéméride de Victoria, calculant, par la méthode des perturbations spéciales, les perturbations du système Terre-Lune, les retranchant des coordonnées de ce système déduites des Tables de Newcomb, déterminant des éléments elliptiques qui représentent les coordonnées ainsi obtenues, calculant avec huit décimales des nouvelles coordonnées dans l'ellipse et ajoutant à ces résultats les perturbations elles-mêmes. M. Lagarde a tenu compte en outre des perturbations du système Terre-Lune dues à la non-sphéricité de ce système. Les corrections de l'éphéméride d'Éros résultant de ce mode de travail sont données à la fin du Mémoire de M. Lagarde; leurs écarts en ascension droite atteignent $0^s,023$, en déclinaison $0'',16$.

Votre Commission, considérant que si les travaux successifs de MM. **Millosevich**, **Witt**, **Lagarde**, paraissent avoir une importance croissante, M. Witt a profité de ceux de M. Millosevich, et M. Lagarde de ceux de MM. Millosevich et Witt, vous propose d'accorder à chacun d'eux le prix Damoiseau en partageant également entre eux le montant du prix.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

Prix de 1911.

L'Académie avait mis au concours la question suivante pour sujet du

prix Damoiseau à décerner en 1911 : *Perfectionner les* « Tables de Jupiter » *de Le Verrier.*

Aucun Mémoire ne lui est parvenu.

La question est maintenue au concours pour le sujet du prix Damoiseau à décerner en 1914.

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Ph. van Tieghem, Perrier, le prince Roland Bonaparte; Ch. Lallemand, Bertin, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre :

M. DE **SCHOKALSKY**, d'une part, et MM. **DEPRAT** et **MANSUY**, d'autre part.

Rapport sur les travaux de M. DE SCHOKALSKY, *par M.* **CHARLES LALLEMAND.**

Le lieutenant général de **TILLO**, Correspondant de l'Académie, avait, en 1896, avec le concours du Colonel, aujourd'hui Major général DE **SCHOKALSKY**, Chef du Service hypsométrique au Ministère des voies de communication et Président de la Section de Géographie physique de la Société Impériale russe de Géographie, commencé une nouvelle détermination de la superficie des bassins fluviaux ou maritimes et des circonscriptions administratives de l'Asie russe. Après la mort du général de Tillo, survenue en 1899, ce grand travail a été poursuivi par le général de Schokalsky, et mené, en 1905, à bonne fin.

Pour cette détermination, les mesures nécessaires ont été prises sur la grande Carte de la Russie d'Asie, à l'échelle de 100 werstes pour 1 pouce (1 : 4200000), dressée par feu le général Bolschew, publiée par l'État-Major de l'armée russe (édition de 1884), et tenue à jour jusqu'à l'année 1902.

Les calculs ont été faits par la méthode antérieurement adoptée, dans le même but, par Strelbitsky, mais perfectionnée par le général de Schokalsky et désignée par lui sous le nom de « méthode par zones ». Elle consistait essentiellement en ceci :

La Carte portant, gravés, les méridiens et les parallèles de 2° en 2°, on y dessinait, à la main, des méridiens et parallèles intermédiaires, divisant la surface en trapèzes de 1 demi-degré de côté.

Pour les trapèzes entièrement compris dans le bassin ou la province à mesurer, la superficie était directement obtenue par le calcul, d'après les éléments de l'ellipsoïde de Bessel, adopté pour la construction même de la Carte.

Pour les trapèzes à cheval sur les limites de la circonscription en cause, on mesurait, séparément, au moyen du planimètre, la partie intérieure puis le trapèze entier; un simple calcul de proportion donnait ensuite la superficie cherchée.

Les mesurages et les calculs ont tous été répétés deux fois, à titre de contrôle.

La surface moyenne ainsi obtenue pour l'Asie russe a été de 16380130^{km^2}.

Abstraction faite des nombreuses lacunes et des inexactitudes propres des levers utilisés pour tracer, sur la Carte, les limites du territoire en cause, l'erreur probable du chiffre ci-dessus, déduite du rapprochement des résultats des diverses opérations, ne dépasserait pas $\pm 1890^{\text{km}^2}$, soit 1 : 8000 de la superficie totale.

Le travail statistique en question est l'un des plus considérables qui ait été produit, depuis un quart de siècle, dans le domaine de la Géographie politique et physique. En raison de son intérêt pour la Science, la Commission propose d'accorder à M. le général **de Schokalsky** la moitié du prix Tchihatchef.

Rapport sur les travaux de MM. Deprat *et* Mansuy, *par M.* **Bertin**.

MM. **Deprat** et **Mansuy**, chargés par le Gouverneur général de l'Indo-Chine d'une mission de reconnaissance géologique dans le Yunnan oriental avec l'agrément du gouvernement chinois, ont employé une année à étudier le pays (fin 1909 à fin 1910); un topographe était joint à la mission. Le résultat des travaux, publié par le Service des Mines de l'Indo-Chine, comprend :

1° Une Carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{200000}$ (géologique et géographique);

2° Un Mémoire géologique, auquel seront annexés : une carte hypsométrique à petite échelle; 3 planches de coupes géologiques; 18 planches de vues géologiques et 1 planche de pétrographie;

3° Un Mémoire paléontologique, avec un Atlas de 34 planches in-4° représentant les fossiles recueillis.

Le territoire reconnu s'étend sur une largeur de 100^{km} Est-Ouest et sur une longueur Nord-Sud de 400^{km}, de la boucle du haut fleuve bleu au Nord, à la ville de Mong-tsé au Sud. Grâce à l'abondance des matériaux recueillis, le travail constitue dans une certaine mesure une liaison entre ceux antérieurement exécutés par Richtofen, par Loczy et les géologues américains en Chine, par le Service géologique anglais dans les Indes anglaises, par Verbeck dans les Indes néerlandaises et enfin par le nouveau Service géologique français en Indo-Chine.

L'importance des résultats obtenus peut être évaluée d'après le résumé suivant :

Une magnifique série sédimentaire, allant du Cambrien inférieur au Trias supérieur inclusivement, a été observée; plus de 40 horizons géologiques distincts ont été définis et plus de 400 espèces de fossiles recueillies.

Le Cambrien inférieur a fourni une belle faune de Trilobites analogues à ceux de l'Amérique du Nord, mais présentant des caractères propres qui en font une province zoologique distincte.

Les faunes du Dévonien sont presque identiques à celles de l'Europe occidentale et de l'Oural.

Les différents niveaux du Carbonifère et du Permien sont bien définis et datés par les Foraminifères du groupe des Fusulinidés, particulièrement riches en espèces dans les terrains de cet âge en Extrême-Orient. Les Brachiopodes et les Mollusques sont des formes représentatives des mêmes organismes fournis par le Carbonifère et le Permien de l'Europe et de l'Inde.

La faune du Trias offre des analogies à la fois avec celle du Trias alpin et celle du Trias himalayen.

Au point de vue tectonique, il apparaît qu'un premier ridement a déterminé l'émersion de la région les lacs entre Mong-tsé et Yunnan-Sen.

Des mouvements et des transgressions ont ensuite eu lieu aux époques dévonienne, dinantienne et ouralienne. Le Permien supérieur marque l'émersion générale du pays; il est caractérisé par un développement intense des formations détritiques suivies de formations lagunaires gypso-salifères. A la fin du Permien est survenu un immense épanchement de roches volcaniques (Labradorite).

Une nouvelle transgression marine s'est produite à l'époque du Trias. L'émersion définitive du continent s'est faite ensuite, vraisemblablement au début des temps jurassiques. Plus tard, à l'époque tertiaire, des lacs ont rempli les dépressions causées par des effondrements.

Tous ces faits ont un intérêt de premier ordre. Le Yunnan apparaît dans son ensemble comme un pays extrêmement plissé. La poussée s'est faite du Nord-Ouest au Sud-Est. Les terrains primaires du Sze-tchouen ont été, selon M. Deprat, charriés sur le massif primaire du Yunnan oriental qui a chevauché lui-même sur les terrains secondaires. Ces derniers ont été refoulés et sont venus buter contre le môle résistant, formé par le massif primaire et cristallophylien du Haut-Tonkin. Plus tard le pays a été soumis à de grandes dislocations verticales.

La Commission propose d'attribuer la moitié du prix Tchihatchef à MM. **Deprat** et **Mansuy**.

Elle souhaiterait que l'état des arrérages permît d'augmenter la somme à partager entre M. Deprat et M. Mansuy.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GAY.

(Commissaires : MM. Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Ch. Lallemand, Ph. van Tieghem, Perrier; le prince Roland Bonaparte, rapporteur.)

Les conditions géologiques des colonies françaises d'Afrique ont été tout spécialement étudiées par M. **Paul Lemoine**. Il a publié une série d'études faites d'après les roches et les fossiles rapportés par plusieurs voyageurs ayant parcouru les régions de l'Afrique occidentale. En collaboration avec M. Chautard, il a montré que les latérites, ces formations si spéciales aux pays tropicaux, étaient simplement constituées par les résidus de la décomposition de roches sous-jacentes. Il a également étudié la géologie de l'Atlas marocain et de la région de Marrakesch. Mais sa plus importante étude est celle qu'il a consacrée à notre grande île africaine de Madagascar.

De 1902 à 1903, M. Paul Lemoine consacra deux campagnes à parcourir les régions du nord de l'île : régions de Diego-Suarez, de Nosy-bé et d'Analalova. Les résultats stratigraphiques de ces voyages ont été exposés dans une série de Notes et développés dans un Ouvrage ayant pour titre : « Études géologiques dans le nord de Madagascar. Contribution à l'his-

toire géologique de l'Océan indien ». C'est cet important Ouvrage qui a tout particulièrement attiré l'attention de la Commission.

En dehors de l'étude détaillée des terrains dont la présence était signalée par les fossiles rapportés en Europe par des voyageurs, M. Paul Lemoine a fait connaître l'existence à Madagascar de deux étages néocomien et aquitain, bien caractérisés par les fossiles.

Toutes les données, résultant du travail sur place, sont synthétisées en deux Cartes géologiques en couleurs: l'une à l'échelle de $\frac{1}{200000}$ consacrée à la région étudiée en détails; l'autre au $\frac{1}{500000}$ donne la région simplement parcourue.

En dehors de ses propres études, M. Paul Lemoine a cherché à condenser toutes les recherches faites avant lui sur la géologie de Madagascar et à les comparer avec celles qui ont été publiées sur les pays voisins et en particulier sur le continent africain, avec lequel la grande île a eu, à diverses époques, des relations intimes. Mais M. Paul Lemoine ne s'en est pas tenu là. Depuis la publication de cet important Ouvrage, il a continué à s'occuper de Madagascar et a eu l'occasion de publier plusieurs Notes sur la Géologie.

Il s'est surtout attaché à en décrire la faune fossile d'après les matériaux qu'il a rapportés lui-même et d'après ceux que contiennent les grandes collections publiques. Il convient surtout de signaler les deux Mémoires suivants : « Les Céphalopodes du Crétacé de Diego-Suarez », publié en 1907 avec la collaboration de MM. Boule et Thévenin, et les « Ammonites du Jurassique supérieur d'Analalova », paru en 1910. Il faut féliciter M. Paul Lemoine de ne pas avoir cherché à créer exagérément des espèces nouvelles; il a surtout tenté de montrer les analogies de la faune fossile de Madagascar avec celle des pays voisins, en particulier avec celle de l'Inde. Il a mis en évidence l'existence de formes qui sont soit précoces, c'est-à-dire apparues à Madagascar avant d'apparaître dans les autres pays, soit tardive, c'est-à-dire ayant duré plus longtemps à Madagascar qu'en Europe.

Il y a là sur les questions de migration de faune aux époques géologiques des faits que l'éloignement géographique de Madagascar permettait de mettre en évidence.

Tel est le résumé des beaux travaux de géologie coloniale de M. **Paul Lemoine** que la Commission propose de récompenser en lui attribuant le prix Gay.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT.

(Commissaires : MM. Violle, Amagat, Bouty, Villard, Branly, Cailletet, Poincaré, Émile Picard; Lippmann, rapporteur.)

M. **Hemsalech**, Attaché au Laboratoire de Physique de la Sorbonne, dans une nombreuse suite de Mémoires, a étudié les conditions physiques qui font varier soit l'intensité, soit la durée des raies métalliques fournies par la décharge électrique. Il a montré l'influence qu'exerce sur les diverses raies d'un même spectre la constitution du circuit de décharge et fait ressortir en particulier les variations dues à la self-induction du circuit. Il a imaginé de dissocier l'étincelle à l'aide d'un jet d'air comprimé qui en entraîne chaque élément, d'autant plus loin que la durée de cet élément est plus grande. Il a ainsi mis en évidence le trait de feu initial dû au passage à travers l'air, et dont la durée est presque nulle; puis les radiations dues au nuage de vapeurs métalliques, qui forment la partie brillante de l'étincelle, et par cette méthode l'auteur a pu mesurer la durée de chacune des vibrations élémentaires de la vapeur métallique.

La Commission propose de décerner le prix Hébert à M. **Hemsalech**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX HUGUES.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Branly, Cailletet, Poincaré, Émile Picard; Villard, rapporteur.)

M. **Ch. Féry**, Professeur à l'École de Physique et de Chimie industrielles de la Ville de Paris, a publié depuis 1889 une série de travaux extrêmement variés qui intéressent à la fois la Science et l'Industrie : citons par exemple l'*étude des réactions chimiques par l'indice de réfraction*, une *nouvelle méthode de détermination de l'équivalent mécanique de la*

chaleur (en commun avec M. Baille), *une mesure des températures d'ébullition du cuivre et du zinc;* on doit encore à M. Féry diverses recherches sur les *trames photographiques*, une *méthode nouvelle pour l'essai des objectifs et la détermination des constantes des lentilles*, une *méthode galvanométrique* dont l'un de ses élèves, M. Grassot, a fait une ingénieuse application dans son *fluxmètre*.

Mais l'attention des physiciens a été tout particulièrement attirée par les récentes recherches de M. Féry sur la question si importante des lois du rayonnement et la détermination des hautes températures. Sans vouloir faire une analyse, même sommaire, de ces travaux, rappelons la détermination nouvelle de la constante de la loi du rayonnement (en commun avec M. Drecq) et l'ingénieuse méthode imaginée par M. Féry pour mesurer, au moyen du renversement des raies spectrales, la température d'une flamme ou d'un gaz incandescent (bec Bunsen, chalumeau oxhydrique et oxyacétylénique, lampe Cooper-Hewit).

Inventeur remarquable autant que physicien distingué, M. Ch. Féry a depuis vingt ans créé nombre d'instruments, généralement fort simples, à l'aide desquels on effectue en quelques instants, par une lecture directe, des mesures qui avec les moyens ordinaires exigeraient des déterminations longues et compliquées et ne seraient pas pour cela beaucoup plus précises. Tous les chimistes connaissent et utilisent le réfractomètre Féry : plus de mille pyromètres optiques sont en service dans les laboratoires industriels ou scientifiques. La lunette et le télescope pyrométrique qui indiquent par simple lecture, ou enregistrent à volonté la température d'une source placée à telle distance qu'on veut, sont, malgré leur création récente, déjà très répandus. Plus simple encore est le radio-pyromètre à dilatation destiné à des applications pour lesquelles une grande sensibilité n'est pas nécessaire, et qui se réduit à un spiral bimétallique placé au foyer d'un réflecteur et commandant une aiguille sur un cadran divisé. On voit immédiatement combien nombreux sont les services que de tels instruments peuvent rendre soit dans l'industrie, soit dans les laboratoires. C'est précisément avec l'un de ces appareils que MM. Féry et Millochau ont effectué leur récente détermination de la température du Soleil.

Dans le même ordre d'idées M. Féry a réalisé un nouvel actinomètre, d'un emploi extrêmement simple, au moyen duquel M. Millochau et lui ont mesuré en 1907 la valeur de la constante solaire.

Signalons encore l'étalon photométrique à acétylène de M. Féry, le photomètre à lecture directe, avec lequel il a déterminé le rendement optique

des sources lumineuses usuelles, son calorimètre à marche continue pour l'étude du pouvoir calorifique des combustibles d'éclairage, un thermomètre intégrateur et une très ingénieuse balance à anneaux colorés.

On doit également à M. Ch. Féry une horloge de précision ne comportant pas d'autres rouages que l'échappement et la minuterie, et dont le pendule, entretenu sans contacts matériels par le faible courant d'un élément étalon, fonctionne sans surveillance avec une régularité tout à fait remarquable.

Tout récemment enfin le même auteur a réalisé deux instruments fort intéressants: un spectrophotomètre destiné au dosage des liquides colorés ou au titrage de certains métaux, et un spectrographe basé sur un principe tout à fait nouveau qui permet de supprimer complètement les lentilles du collimateur et de la lunette, avantageusement remplacées au point de vue de la netteté des images par une simple courbure des faces du prisme.

En présence d'une œuvre aussi utile et de résultats aussi importants, la Commission a décidé à l'unanimité de décerner le prix Hugues à M. **Ch. Féry.**

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GASTON PLANTÉ.

(Commissaires : MM. Lippmann, Violle, Amagat, Bouty, Villard, Cailletet, Poincaré, Émile Picard; Branly, rapporteur.)

Les recherches de M. **Paul Janet** ont porté surtout sur l'électricité et le magnétisme; nous signalerons, en particulier, ses études relatives à l'influence du magnétisme sur les phénomènes chimiques, aux oscillations électriques et à la température des lampes à incandescence.

A plusieurs reprises, divers physiciens avaient cherché une influence du magnétisme sur les phénomènes chimiques; M. Janet eut l'idée de rattacher cette influence aux principes de la Thermodynamique par la conception ingénieuse d'un cycle fermé particulier décrit par une substance magnétique qui fait partie momentanément d'un composé peu magnétique. La considération de ce cycle l'amena à conclure que la chaleur de combinaison du fer avec un corps quelconque doit être plus faible dans un champ magnétique qu'en dehors de ce champ. M. Janet annonça comme conséquence que la force électromotrice d'une pile dont le

pôle négatif est du fer doit diminuer dans un champ magnétique, et il confirma cette prévision par l'expérience.

Hertz avait eu le grand mérite de démontrer expérimentalement le fait capital de la résonance électrique, M. Blondlot avait varié les expériences de Hertz; M. Janet présenta en 1892 le phénomène de la résonance sous une forme qui peut être appelée *classique;* on approche d'un circuit parcouru par un courant de haute fréquence un autre circuit composé d'une capacité, d'une self-induction qui sont distinctes et variables, et d'une lampe à incandescence qui joue le rôle d'ampèremètre. La lampe prend un éclat maximum pour une variation convenable soit de la self-induction, soit de la capacité; le maximum d'éclat a lieu lorsque la période propre du circuit de la lampe est devenue égale à la période des oscillations du courant de haute fréquence. Cette disposition du circuit résonateur est celle des ondemètres utilisés en télégraphie sans fil.

Avant 1896, la température du filament d'une lampe à incandescence avait été l'objet de déterminations faites, par voie optique, et dues successivement à MM. Le Chatelier, Garbe, A.-F. Weber, mais les résultats s'accordaient peu. M. Janet eut recours à la méthode calorimétrique de M. Violle qui est particulièrement avantageuse pour les températures élevées. M. Violle avait donné une formule qui exprime la capacité calorifique du carbone de o à t^o en fonction de la température. De mesures purement électriques, habilement conduites, M. Janet déduisit l'énergie totale du rayonnement d'un filament de lampe à incandescence contenu dans son ampoule, quand il se refroidit depuis sa température de fonctionnement normal jusqu'à zéro. Le quotient de cette énergie par l'équivalent mécanique donne la chaleur totale et on la rapporte à 1^g par la pesée du léger filament après rupture de l'ampoule. Les résultats de M. Janet sont voisins de ceux de M. Le Chatelier.

Un grand nombre d'autres travaux de M. Janet ont appelé l'attention, par la précision des observations et par la judicieuse interprétation des résultats; nous citerons une série d'études sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques, sur une méthode électrochimique d'inscription des courants alternatifs, sur les commutatrices, sur les courants de Foucault, sur une méthode stroboscopique pour l'étude des courants alternatifs, sur la forme des oscillations électriques de période moyenne, sur les oscillations entretenues de l'arc chantant, etc.

Depuis plusieurs années, M. Janet s'occupe spécialement, avec une

compétence universellement appréciée, des questions délicates qui sont relatives aux unités électriques.

Il n'y a pas lieu de parler ici de ses Ouvrages bien connus d'Électrotechnique qui ont été l'objet d'un Rapport spécial en 1909.

La Commission propose de décerner le prix Gaston Planté à M. **Paul Janet**, Directeur de l'École supérieure d'Électricité, à Paris.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

CHIMIE.

PRIX JECKER.

(Commissaires : MM. Troost, A. Gautier, G. Lemoine, Le Chatelier, Schlœsing, Carnot, Maquenne; A. Haller, Jungfleich, rapporteurs.)

Le prix est partagé :

Un prix de *cinq mille francs* est décerné à M. **Darzens**.

Un prix de *deux mille cinq cents francs* est décerné à M. **Fosse**, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Lille.

Un prix de *deux mille cinq cents francs* est décerné à M. **Tiffeneau**, Pharmacien à l'Hôpital Boucicaut.

L'œuvre scientifique de M. **Darzens** se distingue tout à la fois par l'originalité des procédés de synthèse que l'auteur imagine et par le caractère de généralité qu'il sait donner, non seulement aux méthodes qui lui sont propres, mais encore à celles qui émanent d'autres savants.

Ses très belles recherches ont eu pour résultat de mettre à la portée des savants, non seulement des corps à fonction très simple et très connue, mais encore d'autres dont la fonction, bien qu'elle ne fût pas ignorée, n'était cependant pas suffisamment éclaircie.

Reprenant l'ingénieuse méthode de réduction de MM. Sabatier et Senderens au moyen de l'hydrogène et des métaux catalyseurs, il l'adapta à certains cas particuliers et montra notamment que le nickel réduit à 280° permettait de transformer toutes les cétones aromatiques en carbures cor-

respondants. La réaction se passe autrement avec les cétones grasses incomplètes et les éthers-sels des acides gras non saturés. Dans ces composés, seules les fractions incomplètes de la molécule sont saturées par l'hydrogène, alors que les fonctions cétone et éther-sel restent intactes.

Étendant ses recherches aux bases aromatiques, M. Darzens a également réussi à hydrogéner la quinoléine en tétrahydroquinoléine, opération que deux chimistes italiens avaient vainement tentée il y a quelques années. Il ressort de ces quelques études, conduites avec une grande sûreté et une précision rigoureuse, que, suivant les conditions dans lesquelles l'oxyde de nickel a été réduit et aussi suivant les limites de température entre lesquelles on opère, l'hydrogène exerce un pouvoir en quelque sorte sélectif entre les différentes portions de la molécule qu'il doit atteindre.

Ajoutons que des observations du même ordre avaient déjà été faites par les deux auteurs du procédé.

Parmi les méthodes générales de synthèse qui lui sont pour ainsi dire propres, nous devons signaler celle d'aldéhydes et de cétones à l'aide des acides glycidiques, à cause du grand intérêt théorique et pratique que présentent ces molécules.

Cette méthode consiste à condenser les cétones avec les éthers des acides α-chlorés de la série grasse en présence d'alcoolate de sodium. Les éthers glycidiques, qu'on obtient dans ces conditions, se saponifient facilement et les acides correspondants, distillés dans le vide, se transforment pour ainsi dire quantitativement en aldéhydes et en cétones.

Dans un autre Mémoire, l'auteur montre que les aldéhydes elles-mêmes sont susceptibles de se condenser avec les éthers α-chlorés pour donner naissance à une autre classe d'éthers glycidiques, éthers qui, par saponification, fournissent des acides dont les uns, en particulier ceux qui ont pour origine les aldéhydes grasses, sont remarquablement stables, tandis que ceux qui dérivent des aldéhydes aromatiques, perdent facilement de l'acide carbonique pour produire de nouvelles aldéhydes ou des cétones.

Indépendamment des réactions de dédoublement auxquelles se prêtent les éthers glycidiques, ces composés jouissent de la faculté de fixer directement des radicaux hydrocarbonés ou des restes d'éthers-sels, quand on les traite par du zinc et des iodures alcooliques ou de l'éther bromacétique. Cette réaction, aussi nouvelle qu'ingénieuse, a permis à M. Darzens de préparer divers α-oxyacides-α-alcoylés encore inconnus jusqu'à ce jour.

D'autres réactions, non moins élégantes que celles que nous venons de signaler, ont été imaginées et mises au point par l'auteur. Il en est ainsi de

celle qui l'a conduit à la synthèse des cétones de la série tétrahydroaromatique et où il fait voir que les corps du type cyclohexène, mis en présence de chlorure d'aluminium, s'additionnent directement les chlorures d'acides pour donner des cétones chlorées. Celles-ci, chauffées ensuite à 180°, perdent facilement une molécule d'acide chlorhydrique pour se transformer en cétones cycliques non saturées.

Sa nouvelle méthode générale d'éthérification des alcools par les hydracides, ses recherches sur l'entropie moléculaire, sur les chaleurs latentes de vaporisation et la loi de Van der Vals dénotent également, chez l'auteur, non seulement une grande érudition, mais encore une souplesse d'esprit qui lui permet d'aborder avec aisance et succès les problèmes les plus divers et les plus délicats de la Chimie générale et de la Chimie physique.

Aussi la Section a-t-elle été unanime pour décerner la moitié du prix Jecker à M. **Darzens**.

Les titres de M. **Fosse** à une partie du prix Yecker sont nombreux. L'originalité de ses conceptions, le soin qu'il met à les vérifier et les résultats qu'il a obtenus ont depuis longtemps attiré l'attention des hommes de science sur son œuvre. Dès le début de ses recherches, il s'attacha à l'étude d'un groupe particulier de dérivés de la naphtaline. Après avoir indiqué un procédé avantageux de préparation d'un aldéhyde β-oxynaphtalique, M. Fosse démontra expérimentalement l'inexactitude des formules et des propriétés attribuées à une longue suite de substances à noyaux naphtaléniques. Par l'analyse et la synthèse, il en établit la véritable nature, puis inaugura des recherches méthodiques sur les dérivés du pyrane et les alcools aromatiques, qu'il n'a cessé de poursuivre jusqu'à l'heure actuelle. Il a fait connaître tout un ensemble de propriétés anormales qui troublent quelque peu nos idées fondamentales sur la fonction chimique. Des alcools aromatiques, sans azote, de la série pyranique, sont en effet, au plus haut degré, remarquables par leur basicité, le caractère de leurs combinaisons avec les acides, la capacité de saturation de leur radical, leur pouvoir oxydant, leur activité chimique et, enfin, leur coloration intense en milieu acide.

M. Fosse a montré de la façon la plus probante que cet ensemble de propriétés les écarte nettement des corps à fonction alcoolique, pour les rapprocher des familles de composés qui suivent : bases minérales, composés non saturés, alcaloïdes, peroxydes, quinones, hydrates de diazoïques, aldéhydes ou cétones, carbinols de matières colorantes.

Toutes ces considérations sont étayées par la préparation d'un nombre considérable de dérivés dont l'étude fonctionnelle a été poursuivie avec le plus grand soin.

L'importance des résultats obtenus, l'originalité et l'exactitude des conclusions, que l'auteur a tirées de la multitude et de la variété des faits observés, font que le nom de M. Fosse restera attaché d'une façon durable à ce groupe particulier de composés de la série aromatique.

Ce ne sont d'ailleurs pas les seuls titres que possède l'auteur.

Ses recherches sur les acétals d'alcools, sur les curieux produits de condensation qu'il a obtenus entre le xanthydrol, le dinaphtopyranol et les molécules méthyléniques (acide malonique et cyanacétique, leurs éthers, les éthers β-cétoniques, les dicétones) dénotent également, tout à la fois, une grande acuité d'observation et une technique expérimentale rarement en défaut. L'énumération sommaire de l'œuvre de M. **Fosse** a convaincu la Section de sa haute portée et l'a décidée à accorder au jeune savant une partie du prix Jecker.

Les premières recherches personnelles de M. **Tiffeneau** ont porté sur des problèmes fort intéressants de transformation isomérique. Elles ont eu pour objet l'étude de composés aromatiques, à chaîne ramifiée C^3H^5, composés dont on ne connaissait jusqu'alors aucun représentant. Au cours de ces travaux, M. Tiffeneau a été amené à appliquer au méthovinylbenzène et à ses homologues la curieuse réaction transpositrice de M. Bougault, consistant dans la transformation de la chaîne linéaire C^3H^5, dite *propylénique*, en chaîne ramifiée aldéhydique.

Ce fut l'occasion pour M. Tiffeneau d'étudier le mécanisme de ces transpositions remarquables ; il fut conduit à les attribuer à une migration du groupe aromatique (migration phénylique). Simultanément, il rechercha la cause de ces phénomènes et trouva qu'ils résultent d'une élimination anormale de HI, dont les éléments étaient fixés sur un même atome de carbone.

Poursuivant ailleurs les mêmes idées, il réussit à réaliser d'autres transpositions moléculaires toutes différentes mais justiciables de causes analogues, telles que la transposition de l'α-méthyl-ω-bromostyrolène (à chaîne ramifiée), en phénylallylène (à chaîne linéaire) et celle du dibromoanéthol (à chaîne linéaire), en aldéhyde hydratropique (à chaîne ramifiée).

D'autre part, l'étude générale de la transformation des α-glycols en aldéhydes ou cétones, avec ou sans transposition, a montré à M. Tiffeneau

que les migrations observées dans ce groupe ne sont plus sous la dépendance des mêmes causes, mais relèvent vraisemblablement de la formation intermédiaire d'oxydes diéthyléniques; il en est de même avec certaines halohydrines, telles que l'iodhydrine $C^6H^5-CH(OH)-CI=(CH^3)^2$, qui se transforme en phényldiméthylacétaldéhyde, et avec la chlorhydrine du méthylphénylglycol dont le dérivé magnésien,

$$C^6H^5-C(OMgBr)(CH^3)-CH^2Cl,$$

se transpose en phénylacétone.

C'est encore à une transposition moléculaire qu'est due la formation, à partir du dibromure d'estragol (à chaîne linéaire), d'un alcool vinylique (à chaîne ramifiée). Jusqu'ici, aucun autre alcool vinylique secondaire à fonction simple n'avait encore été isolé à l'état de liberté. L'alcool méthylanisylvinylique cristallisé, obtenu par M. Tiffeneau, constitue donc le seul représentant actuellement connu de la classe des alcools vinyliques secondaires. L'existence de cet alcool a conduit M. Tiffeneau à conclure qu'aucune impossibilité de structure ne s'oppose, *a priori*, à l'obtention des alcools vinyliques; de sorte que la règle classique, donnée à cet égard par Erlenmeyer, doit être limitée à certains cas particuliers d'instabilité.

Diverses recherches ont été également effectuées par M. Tiffeneau dans d'autres domaines : dans la série géranique, il a étudié le mécanisme de la cyclisation; dans le groupe des phénols à chaîne aminée et des amino-alcools aromatiques, phénoliques ou non, il a examiné l'influence de la fonction sur les propriétés pharmaco-dynamiques. Enfin, en appliquant les nouvelles méthodes de réaction au magnésium, il a obtenu des résultats importants, tels que la préparation des chlorhydrines d'α-glycols; ou la synthèse de chaînes allylées, notamment celle de l'estragol, Mg agissant comme copulateur; ou, encore, l'obtention de chaînes acétyléniques (phénylallylène), dans laquelle Mg agit en outre comme éliminateur d'hydracide; ou, enfin, la réaction anormale de fixation de la formaldéhyde sur le bromure de phénylmagnésium, conduisant non pas à l'alcool phényléthylique attendu, mais à l'alcool orthotoluylique.

La Commission propose à l'Académie d'attribuer à M. **Tiffeneau** une partie du prix Jecker.

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX CAHOURS.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne.)

Ce prix annuel, décerné à titre d'encouragement à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie, est partagé également entre M. **Louis Hackspill**, préparateur à la Faculté des Sciences de Paris, et M. **Richard**, attaché au Laboratoire de Chimie organique de la Sorbonne.

PRIX BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Carnot, Maquenne.)

Ce prix biennal, d'une valeur de *cinq cents francs*, destiné à récompenser des recherches de Synthèse chimique, est décerné à M. **André Wahl**, professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

PRIX MONTYON (Arts insalubres).

(Commissaires : MM. Troost, Armand Gautier, Lemoine, Haller, Le Chatelier, Jungfleisch, Schlœsing, Adolphe Carnot; Léon Maquenne, rapporteur.)

M. **Tissot** est trop connu de l'Académie pour qu'il soit nécessaire de rappeler ici les nombreux travaux qui l'ont fait connaître comme l'un des premiers physiologistes de notre pays. Nous n'en retiendrons qu'un seul, celui qui touche à la construction d'un appareil respiratoire permettant le séjour et le travail prolongés dans une atmosphère asphyxiante.

C'est là une question de première importance pour l'industrie minière, et plusieurs solutions en avaient déjà été proposées, tant en France qu'en Allemagne; celle qu'on doit à M. Tissot est la seule qui, jusqu'à présent, ait satisfait à toutes les exigences.

Partant de cette idée fondamentale que, pour atteindre à son maximum d'utilité, un appareil respiratoire doit avant tout maintenir l'homme qui s'en sert dans un état physiologique aussi voisin que possible de son état normal, M. Tissot commence par poser les principes suivants :

1° La respiration doit être nasale et non buccale, parce que c'est la seule naturelle et qu'en outre la disposition de l'appareil entraîne alors la suppression du casque, toujours gênant et impossible à rendre étanche au niveau des vêtements ou des parties velues ;

2° L'air qui arrive aux poumons doit être pratiquement dépouillé de tout l'acide carbonique résultant des expirations antérieures. Autrement, on s'expose à le voir s'enrichir progressivement en ce gaz et provoquer des accidents réflexes, tels que l'inconscience ou l'oubli des circonstances actuelles, conduisant parfois jusqu'à l'arrachement ou la destruction de l'appareil, c'est-à-dire à la mort immédiate.

Pour satisfaire à cette condition, il faut, non seulement que l'air expiré soit soumis à un large contact avec une lessive concentrée de potasse, que M. Tissot préfère à la potasse solide des constructeurs allemands parce qu'elle s'échauffe moins en présence du gaz carbonique, mais encore qu'il soit aussitôt que possible séparé du gaz inspiré par des conduites spéciales et indépendantes.

3° La richesse en oxygène de ce dernier ne doit jamais descendre au-dessous de celle que présente l'air atmosphérique, et cela quel que soit l'état de repos ou de travail du porteur.

Cette condition sera sûrement réalisée si l'appareil ne fournit que de l'oxygène pur, gaz d'ailleurs tout à fait inoffensif, tant que sa pression ne dépasse pas celle de l'atmosphère.

C'est pourquoi M. Tissot, à l'exemple de beaucoup d'autres inventeurs, alimente son appareil avec une bouteille à oxygène comprimé, munie d'un détendeur à débit variable entre 1^{l} et $2^{l},5$ par minute, suivant que le sujet effectue une simple marche en palier ou se livre à un travail plus ou moins fatigant.

Ce réglage, qui peut rendre le débit rigoureusement proportionnel aux besoins et permet par conséquent d'économiser au mieux la réserve d'oxygène, était impossible à obtenir dans les appareils fondés sur l'emploi du peroxyde de sodium. C'est l'une des caractéristiques de l'appareil Tissot.

Une bouteille de 2^{l}, remplie d'oxygène sous 150^{kg} de pression, suffit à une marche de 4 à 5 heures où à un travail intensif de $2^{h}30^{m}$ dans une atmo-

sphère irrespirable. C'est en général plus que suffisant pour un sauvetage ou l'établissement d'un barrage dans une galerie de mines; c'est en tout cas supérieur à ce que peuvent donner les appareils concurrents.

4° L'appareil doit laisser à celui qui le porte son entière liberté de mouvements, dans toutes ses allures coutumières; il doit enfin être robuste et posséder une étanchéité assez parfaite, pour qu'il n'y ait jamais mélange de l'oxygène inspiré avec les gaz extérieurs.

Cette dernière condition, d'ordre exclusivement matériel, mais néanmoins fort difficile à atteindre, a été réalisée par M. Tissot de la façon la plus heureuse. L'Académie se rappelle sans doute avoir vu, il y a quelques années, un homme muni de cet appareil se promener dans notre salle de séance et y séjourner 2 heures sans la moindre gêne. Depuis cette époque, et après quelques perfectionnements de détails, l'appareil Tissot a fait largement ses preuves. Après toute une série d'essais effectués à Lens, après un rapport favorable émis par la station de Liévin, à la suite d'une comparaison minutieuse entre l'appareil Tissot et ceux de Draeger ou de la Société Westphalia, il a été définitivement adopté par l'Administration des Mines. Aujourd'hui, 600 appareils sont à la disposition des sauveteurs; plus de 5000 hommes sont initiés à leur emploi, et nombreux déjà sont les services qu'ils ont rendus.

La sanction expérimentale a donc en tous points confirmé les espérances de l'auteur, et c'est pourquoi la Commission, s'appuyant sur les usages académiques en pareille matière, propose à l'unanimité d'attribuer le prix Montyon (Arts insalubres) à M. **Tissot**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Douvillé, Wallerant, Termier, Perrier, Zeiller, Bouvier; Ch. Barrois, rapporteur.)

Bien que le nom du fondateur du prix soit si intimement lié à l'histoire du progrès de la lithologie, il est rare que l'Académie puisse décerner le

prix Delesse à l'auteur d'un travail sur les roches. L'étendue des connaissances requises pour leur étude est devenue si grande, qu'elle n'est plus abordable, de nos jours, qu'à une élite restreinte.

Votre Commission a été frappée de rencontrer réuni, dans l'œuvre de M. **Albert Michel-Lévy**, un ensemble de qualités éminentes, précieuses aux géologues. L'auteur s'y montre à la fois en possession des méthodes physiques, nécessaires à la détermination des caractères optiques des minéraux, et des méthodes chimiques, indispensables à l'étude des magmas éruptifs. Il connaît les minéraux des roches et les fossiles qui les caractérisent; la connaissance qu'il en a s'est trouvée assez approfondie, son esprit s'est montré assez ingénieux, pour que la science lui soit, dès à présent, redevable d'importantes observations sur le Plateau central, les Vosges, l'Esterel, sur les massifs cristallins les mieux étudiés de notre pays depuis les travaux mémorables des auteurs de la Minéralogie micrographique des roches éruptives françaises.

Dans diverses Notes à l'Académie (de 1905 à 1908) et dans un Mémoire du Bulletin de la Carte géologique de la France, accompagné de cartes (1908) M. Albert Michel-Lévy a exposé les résultats de ses recherches sur le Morvan et la Loire. On y remarque la découverte du Famennien, basée sur l'existence de gisements fossilifères nouveaux (faune à goniatites et clyménies); l'établissement de la série sédimentaire qui débute avec le Dévonien supérieur; l'existence d'une faune de foraminifères (Endothyra, etc.) dans le Viséen; la détermination précise de la limite supérieure des phénomènes de métamorphisme granitique (mise en place du granite à la fin du Tournaisien). L'étude optique et chimique des roches de ces régions lui a permis d'y reconnaître l'existence de deux séries pétrographiques distinctes, la série albitophyrique du Famennien, persodique, la série postérieure, mégapotassique (provenant de la différenciation d'un seul magma granitique).

Dans les Vosges, M. Albert Michel-Lévy a étudié, en collaboration avec M. Vélain, les roches et les terrains antéhouillers de la région des Ballons; il y a établi l'analogie de la série primaire avec celle du Morvan, l'identité d'âge des plis hercyniens, celle de la montée du granite, une évolution analogue des magmas éruptifs.

Dans les Maures et l'Esterel, M. Albert Michel-Lévy a commencé une étude pétrographique et stratigraphique qui lui a déjà permis d'indiquer des résultats des plus intéressants, notamment sur les relations des pyro-

mérides et des rétinites et la suite des phénomènes de cristallisation dans les magmas acides.

L'œuvre de M. **Albert Michel-Lévy** a paru très importante à votre Commission; elle y a trouvé de telles espérances d'avenir, qu'elle vous propose à l'unanimité d'attribuer le prix Delesse à son auteur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX JOSEPH LABBÉ.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Termier, Perrier, Bouvier; Zeiller, rapporteur.)

L'Académie a été tenue au courant, par diverses communications, de la campagne de sondages entreprise dans ces dernières années en Meurthe-et-Moselle en vue de la recherche du prolongement du bassin houiller de Sarrebrück en territoire français, et des résultats auxquels elle a abouti. A l'intérêt qu'elle présente au point de vue pratique s'ajoute, au point de vue scientifique, celui d'avoir été conçue et conduite avec une remarquable méthode, en prenant pour guide des données et des prévisions géologiques auxquelles elle a apporté par la suite une éclatante confirmation.

Des recherches entreprises de proche en proche de 1899 à 1901 en territoire annexé avaient montré l'existence du terrain houiller en des points distants seulement d'une trentaine de kilomètres de la frontière, mais les sondages les plus rapprochés de celle-ci n'avaient atteint que les étages supérieurs, stériles, de la formation, et l'on pouvait douter de la possibilité de trouver plus à l'ouest des gisements utilisables, sans parler de l'incertitude où l'on était au sujet de la direction des couches en profondeur.

Les métallurgistes de Meurthe-et-Moselle, désireux de s'éclairer sur une question aussi importante pour eux, firent appel aux conseils des géologues les plus autorisés, de M. J. Bergeron, de M. Marcel Bertrand, de M. **René Nicklès**. L'étude détaillée poursuivie par l'éminent professeur de l'Université de Nancy le conduisit à désigner, comme l'un des points les plus favorables pour la recherche, la région d'Eply, à l'est-nord-est de Pont-à-Mousson : il avait reconnu dans cette région l'existence d'un dôme, d'un relèvement des terrains, et concluait que les terrains primaires devaient se trouver là à une profondeur moindre qu'ailleurs. Il publiait du reste, dès 1902, les

résultats de son étude dans une brochure intitulée *De l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle et des points où il faut la chercher*, et appelant l'attention sur ce dôme, sur cet anticlinal d'Eply-Atton, il annonçait qu'à Eply l'épaisseur totale des terrains recouvrant les terrains primaires ne devait pas dépasser 795^{m}; il ajoutait qu'il était possible que l'arête anticlinale du Primaire eût été arasée, et qu'on pouvait ainsi espérer trouver en ce point l'étage productif du Houiller débarrassé, par la transgression triasique, des étages stériles supérieurs, permien et stéphanien.

Le sondage, commencé le 22 janvier 1903 à Eply d'après ces indications, pénétrait quatorze mois plus tard dans le Primaire, à la profondeur de 659^{m}, les trois étages successifs du Trias ayant été traversés avec des épaisseurs variant entre les $\frac{3}{4}$ et les $\frac{9}{10}$ des maxima annoncés, et l'examen des empreintes végétales recueillies entre 660^{m} et 680^{m} ne tardait pas à montrer qu'on était entré immédiatement dans le Westphalien, c'est-à-dire dans l'étage productif du bassin de Sarrebrück. Les prévisions de M. René Nicklès se trouvaient ainsi pleinement vérifiées, son espoir avait été prophétique, et la géologie ne pouvait rêver un plus beau succès.

A la suite de cette découverte, seize autres sondages ont été successivement entrepris, les uns sur le même anticlinal, les autres sur ses flancs, et ont reconnu les principaux étages exploités dans le bassin de la Sarre, l'étage des charbons gras et celui des charbons flambants, moins riches en houille, malheureusement, qu'à Sarrebrück même et renfermant des intercalations stériles plus épaisses; ils ont rencontré néanmoins des faisceaux de couches exploitables, dont certaines épaisses de 2^{m} et 2^{m},50, situées à 894^{m} et 896^{m}, c'est-à-dire à des profondeurs encore acceptables.

Si l'octroi des concessions dont l'institution avait été proposée à la suite de cette campagne de sondages a été jusqu'ici retardé par les projets de revision de la loi minière, et si les sociétés exploratrices de Meurthe-et-Moselle n'ont pu, par conséquent, mettre encore en valeur les gisements par elles reconnus, la découverte de ces gisements houillers n'en a pas pour cela moins d'importance, et M. **René Nicklès** y a eu, comme on vient de le voir, par ses études géologiques et par les conseils pratiques qu'il a su en déduire, une part de premier ordre.

Aussi votre Commission a-t-elle été unanime à lui attribuer le prix Joseph Labbé.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX FONTANNES.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Wallerant, Termier, Perrier, Zeiller, Bouvier; Douvillé, rapporteur.)

M. **Cossmann** est l'auteur de travaux paléontologiques extrêmement nombreux; il s'est particulièrement occupé de l'étude des Mollusques et nous a fait connaître successivement un grand nombre de faunes fossiles depuis le Lias et le Bathonien jusqu'au Tertiaire; ses belles monographies de l'Éocène dans le bassin parisien et dans le bassin de la Basse-Loire sont bien connues. En outre il a fondé depuis plusieurs années et publié à ses frais une revue de Paléontologie, dans laquelle il nous fait connaître, par lui-même ou par ses collaborateurs, l'ensemble des travaux publiés soit en France, soit à l'étranger. Mais il a entrepris un Ouvrage de plus longue haleine, c'est la revision et la coordination des formes fossiles appartenant aux groupes qu'il a plus particulièrement étudiés. Il a commencé par les Mollusques gastropodes; il leur a déjà consacré huit Volumes grand in-8°, avec de nombreuses planches exécutées par les procédés photographiques et il n'est guère arrivé qu'à la moitié de cette première partie de son travail. Il est vivement à désirer que l'auteur puisse le mener à bonne fin; du reste chacun de ces volumes étant consacré à un groupe bien déterminé, forme en réalité un tout complet et l'Ouvrage conserverait toute sa valeur même dans le cas où le programme entier ne pourrait être exécuté.

M. Cossmann n'a pas cherché à renouveler la classification générale, il s'est borné à rapprocher les formes fossiles des espèces actuelles, tout en s'efforçant de bien caractériser les divisions en familles, genres et espèces; c'est ce qu'exprime bien le titre de l'Ouvrage qu'il a intitulé : *Essais de Paléoconchologie comparée*.

L'auteur dit qu'il s'est efforcé de réagir contre la multiplication exagérée des genres; peut-être d'aucuns trouveront qu'il n'a pas suffisamment réagi et qu'il est resté encore au-dessus du terme moyen qu'il se proposait d'atteindre.

La revision ainsi entreprise représente une somme de recherches considérable; il n'est pas toujours ni facile, ni même possible de retrouver la véritable signification d'espèces souvent définies d'une manière insuffisante. De là des imperfections inévitables. Malgré cela cet Ouvrage est appelé à rendre des services signalés aux géologues et votre Commission vous pro-

pose de lui décerner le prix Fontannes au double titre de récompense pour les Volumes déjà publiés, et d'encouragement pour sa continuation et son achèvement. Il a été dit plus haut que cette publication est faite entièrement aux frais de l'auteur.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX VICTOR RAULIN.

(Commissaires : MM. Michel Lévy, Lacroix, Barrois, Douvillé, Wallerant, Perrier, Zeiller, Bouvier; Termier, rapporteur.)

Ce prix annuel, à sujets alternatifs, destiné en 1911 à récompenser des *travaux relatifs à la Géologie et à la Paléontologie*, est décerné à M. **Emmanuel de Margerie** pour l'ensemble des services qu'il a rendus à la Géologie, soit par ses travaux personnels, soit par l'ordre et la méthode qu'il a introduits dans la bibliographie géologique, soit enfin — et c'est là le point qui a paru à la Commission le plus important — par l'influence profonde qu'a exercée déjà et qu'exercera longtemps, sur les géologues français, sa traduction dans notre langue du grand Ouvrage d'Eduard Suess, l'*Antlitz der Erde*.

Les travaux personnels de M. de Margerie, commencés vers 1886, ont été les uns géologiques, les autres géographiques, le plus grand nombre à la fois géologiques et géographiques : mais on sait quels liens, nombreux et intimes, rattachent entre elles la science du relief terrestre et la science du sous-sol, et quel profit les géologues peuvent tirer de leur fréquente collaboration avec les géographes. En 1890, après plusieurs Notes sur la structure des Pyrénées, M. de Margerie donnait, au *Bulletin des Services de la Carte géologique de la France et des Topographies souterraines*, un Mémoire sur la structure des Corbières, où il essayait, avec beaucoup de hardiesse, de définir la place qu'il convient d'assigner à ce pays de petites montagnes entre les Pyrénées, la Provence et les Cévennes. A cette époque qui nous paraît presque lointaine — tant les progrès de la géologie tectonique ont été rapides, — il ne pouvait, en pareille matière, s'agir que d'un essai : mais, dans l'essai du jeune géologue, se révélaient des qualités de maître, le souci de la synthèse, le goût des vastes et difficiles problèmes, la sévère critique des documents, la sûre distinction de ce qui est acquis et de ce qui reste douteux et provisoire, le rejet impitoyable de toute hypothèse inadéquate

aux données de la question. On sentait en lui le lecteur assidu d'Eduard Suess, et, non pas seulement l'élève, mais l'ami et le confident de Marcel Bertrand. Tout cela aurait pu le conduire à une œuvre absolument personnelle, et peut-être de grande originalité. Mais M. de Margerie était passionné pour les livres, plus encore que pour l'observation sur le terrain. Il avait aussi, sur le terrain, une défiance excessive de soi, qui le gênait et l'empêchait de tirer, d'une observation, tout le parti qu'il eût été légitime d'en tirer. Et cela fit qu'il quitta peu à peu le terrain, pour vivre, de plus en plus, dans son laboratoire : et son laboratoire, à lui, c'est la bibliothèque; la sienne d'abord, et, en outre, toutes les bibliothèques scientifiques de Paris. Il devint cet érudit merveilleux que tous les géologues et tous les géographes connaissent et utilisent; il devint un véritable puits d'érudition géologique et géographique, plein d'une eau parfaitement limpide et absolument saine, où tout le monde peut puiser et où nous avons tous cent fois puisé. Il devint enfin le traducteur de l'*Antlitz der Erde*, qui est, comme chacun sait, la première tentative de synthèse géologique universelle, et l'un des livres les plus puissants, les plus formidables, qu'aient écrits les hommes.

Il y a traduction et traduction : non pas seulement dans ce sens que les unes sont fidèles, et les autres traîtresses, mais dans cet autre sens, encore, que certaines d'entre elles, outre qu'elles sont tout à fait fidèles, sont enrichies de notes et de remarques, ou de commentaires, qui doublent la valeur de l'original. Telle est la traduction de M. de Margerie. *La Face de la Terre*, édition française de *Das Antlitz der Erde*, contient tout ce que contient l'édition allemande, et bien d'autres choses encore. Non seulement M. de Margerie a vérifié et soupesé chaque phrase française, afin qu'elle dise exactement la pensée du maître; mais il a ajouté, presque à chaque page, de précieuses notes, des cartes ou des coupes, qui sont comme de petites lampes allumées pour le voyageur dans un labyrinthe effroyablement compliqué et dont beaucoup de chemins sont restés pleins d'ombre. L'édition française vaut donc mieux que l'édition allemande; elle est, tout à la fois, plus riche, plus précise, plus claire, et mieux au courant des dernières découvertes. Et c'est bien ainsi qu'elle a été appréciée, même dans les pays de langue germanique.

On ne peut se faire une idée, quand on n'a pas lu Suess, de l'intensité et de la continuité d'efforts que suppose la traduction d'une telle œuvre, et une traduction ainsi comprise. Voilà plus de quinze ans que M. de Margerie y travaille, et ce labeur colossal n'est pas encore entièrement terminé.

Le premier fascicule du dernier Volume vient de paraître. Tous les Chapitres du deuxième et dernier fascicule sont traduits et mêmes composés; mais les illustrations, trois fois aussi nombreuses que dans l'édition allemande, ne sont pas toutes prêtes. *La Face de la Terre* ne sera achevée que dans les premiers mois de 1912.

S'il est vrai, comme disait Marcel Bertrand dans la Préface du premier Volume, paru en 1897, s'il est vrai que « celui-là nous paraît presque être le plus avancé dans notre science, qui a le mieux compris ce livre », on ne saurait être trop reconnaissant à M. Emmanuel de Margerie d'avoir eu le courage d'entreprendre son œuvre, et la force de la mener à bonne fin. Il est arrivé à ce résultat que Suess est mieux connu, mieux compris, plus apprécié en France que partout ailleurs; et il a donc sa part de mérite dans les récents succès de l'école géologique française. C'est pourquoi la Commission a pensé, unanimement, que le moment était venu de décerner à M. **de Margerie** le prix Victor Raulin, pour récompenser une œuvre géologique déjà très féconde et dont la fécondité se perpétuera pendant très longtemps.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin; Mangin, rapporteur.)

M. **Camille Sauvageau**, qui a déjà recueilli vos suffrages par ses remarquables travaux, maintenant classiques sur les Ectocarpacées et les Sphacélariacées, a soumis au jugement de l'Académie, pour le prix Desmazières, une trentaine de Notes ou Mémoires publiés depuis 1904, qui se distinguent par la variété et l'originalité des questions mises au point. Pour nous conformer aux conditions du Concours, nous n'examinerons que les travaux les plus récents. Ils sont relatifs à la germination d'un certain nombre

d'espèces et ont fourni des résultats qui soulignent les affinités de genres dont la structure paraissait aberrante.

Les *Cladostephus* qui constituent un groupe spécial, les Polyblastées, parmi les Sphacélariacées produisent des zoospores qui germent en donnant un disque rampant sur lequel se développe un bouquet de filaments; les premiers formés ressemblent à des *Sphacelaria* puis à ceux-ci succèdent les filaments à ramifications holoblastiques semblables à des *Halopteris;* enfin, au milieu de ces derniers, on voit apparaître la pousse complexe et indéfinie du *Cladostephus*. Le groupe des Polyblastées se trouve ainsi étroitement rattaché aux autres Sphacélariacées par les phases de son développement indirect.

L'*Halopteris scoparia* offre un développement indirect et échelonné comparable à celui de *Cladostephus*, mais il en diffère, parce que les pousses successives, au lieu d'être indépendantes sur le disque primitif, naissent l'une sur l'autre. On ne connaissait encore rien de semblable chez les Algues. Là les zoopores germent en donnant un disque rampant, sorte de prothalle d'où naît une pousse dressée qui ressemble d'abord à un *Sphacella*, type le plus simple de la famille, puis se transforme bientôt en un *Sphacelaria*. Sur ce filament et à sa base naissent par bourgeonnement des pousses de seconde génération à structure plus complexe : celles-ci donnent à leur tour par bourgeonnement à la base des pousses de troisième génération et ainsi de suite jusqu'à la pousse définitive de l'*Halopteris scoparia*. Toutes ces pousses successives nées par bourgeonnement l'une de l'autre ont une structure d'autant plus compliquée qu'elles sont plus récentes.

Chez les Cuttleriacées l'alternance des générations n'est pas aussi régulière qu'on pouvait le penser entre le sporophyte *Aglaozonia* et le gamétophyte *Cutleria*. Les zoopores d'*Aglaozonia mediterranea* germent en donnant soit des plantes sexuées (*Cutleria*), soit des plantes asexuées *Aglaozonia;* d'autre part, le *Cutleria adspersa* fournit des germinations parthénogénétiques qui donnent indifféremment des *Cutleria* ou des *Aglaozonia*.

La découverte de Fucus vivant dans le sable ou la vase, fait jusqu'alors inconnu chez les espèces du genre, fournit à M. Sauvageau l'occasion d'étudier les formes nombreuses du *Fucus platycarpus* et de restituer au *Fucus lutarius* son rang d'espèce.

L'extrême variété des formes de *Fucus platycarpus* amène l'auteur à abandonner le type spécifique de Linné connu sous le nom de *F. spiralis* et à distinguer dans le *platycarpus* trois types morphologiquement différents, var. *typica*, var. *spiralis* et var. *limitaneus*. Dans une étude très documentée,

l'auteur nous montre l'origine des erreurs de nomenclature trop souvent provoquées par les conditions de la récolte. Représenter une espèce par un échantillon recueilli au hasard sans avoir préalablement vérifié dans quelles limites varie la plante que l'on veut définir aboutit à perpétuer les erreurs de diagnose. Les conclusions formulées à ce point de vue sont d'un grand intérêt et dépassent la portée d'un travail limité à la caractéristique de deux espèces de Fucus.

En résumé, les recherches de M. C. Sauvageau contribuent à préciser l'histoire des Phæophycées qui, par beaucoup de points, demeure encore obscure; aussi votre Commission est-elle unanime à vous proposer d'attribuer le prix Desmazières à M. C. **Sauvageau** pour ses recherches récentes sur les Algues brunes.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX MONTAGNE.

(Commissaires: MM. Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Ph. van Tieghem, Perrier, Chatin; Mangin, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

Un encouragement de *cinq cents francs* est accordé à M. **Jean Beauverie**, préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon.

Un encouragement de *cinq cents francs* est accordé à M. **Antoine Lauby**, attaché au Muséum d'Histoire naturelle.

M. **Beauverie** a présenté à vos suffrages une série de Notes ou Mémoires relatifs à la structure et à la physiologie des Champignons et publiés depuis dix années. Certains d'entre eux présentent surtout une mise au point, mais d'autres renferment des données originales, notamment ceux qui concernent le *Botrytes cinerea* ou la structure du *Merulius lacrymans*.

Le *Botrytis cinerea* présente d'après l'auteur, suivant les conditions de milieu, trois formes différentes : la forme sporifère normale, une forme stérile, fixée, qui constitue le champignon de la toile, et une forme intermédiaire, végétant à une basse température, qui représenterait une forme atténuée de la toile, non nocive pour les plaines et capable de préserver ces dernières des atteintes graves de la véritable toile. Ces données toutes nouvelles sur la possibilité de protéger les plantes par l'atténuation de

parasite, exigent, pour être acceptées, des vérifications expérimentales que nous aurions désiré voir plus nombreuses et plus démonstratives.

La structure du *Botrytis cinerea* vient confirmer la différence morphologique de la forme stérile de la toile et de la forme sporifère, car les corpuscules métachromatiques manquent dans la toile.

Le *Merulius lacrymans* a été l'objet d'une étude microscopique destinée à rechercher les caractères distinctifs de ce redoutable ennemi des constructions. La valeur de cette intéressante étude est affaiblie par l'absence de comparaison avec d'autres champignons destructeurs des charpentes, notamment le *Trametes vaporaria*. La formation des boucles, le nombre des éléments nucléaires sont étudiés avec précision. En opposition avec Ruhland, l'auteur ne trouve que deux noyaux dans les cellules mycéliennes; ainsi s'évanouit l'espoir que Ruhland avait fondé de distinguer la Mérule par le nombre considérable de noyaux.

Votre Commission estime que les résultats très intéressants publiés par M. Beauverie, méritent un encouragement de cinq cents francs sur le prix Montagne.

M. Lauby s'est proposé après de longues et patientes recherches dans le Plateau central de déterminer les horizons des formations sédimentaires par l'examen comparatif des Diatomées qu'elles contiennent.

Les nombreuses listes contenues dans son travail sont inséparables; des horizons que l'auteur a cherché à caractériser, nous n'y insisterons pas. Nous signalerons seulement les modifications dans la forme et la structure des valves concomitantes des variations de la minéralisation des eaux.

Dans les travertins quaternaires et récents de la Bourboule et de Saint-Nectaire, M. Lauby signale des espèces (*Achnanthes subsessilis*, *Navicula halophila*, *Surirella Peisonis*) existantes dans les travertins quaternaires, disparues dans les formations récentes, tandis que d'autres (*Rhoicosphenia curvata*) ont persisté en modifiant leur forme et le nombre de leurs stries.

L'auteur voit dans ces faits un résultat provoqué par la diminution de salure des eaux, et il en conclut que les variations de la forme et les variations du nombre des stries sont des exemples d'adaptation au milieu.

La notion de spécificité des Diatomées de fond est si incertaine, les causes qui déterminent la complication ou la simplification des ornements des valves sont si obscures, qu'il est difficile d'accorder à ces résultats l'importance que l'auteur leur attribue. Si votre Commission ne croit pas devoir attribuer l'un des prix Montagne à ce travail, elle estime toutefois que par

l'abondance des documents recueillis, par la tentative d'utiliser les Diatomées à autre chose qu'à l'établissement d'un stérile catalogue de formes, l'ensemble des *recherches paléophotologiques dans le Massif central* de M. Lauby ont paru à votre Commission dignes d'un encouragement de cinq cents francs pour le prix Montagne.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX DE COINCY.

(Commissaires : MM. Bornet, Guignard, Prillieux, Zeiller, Mangin, Ph. van Tieghem, Perrier; Gaston Bonnier, rapporteur.)

M. E.-Achille Finet a publié vingt-six Mémoires ou Notes sur la description d'Orchidées nouvelles ou sur la découverte d'anomalies intéressantes de la fleur chez plusieurs genres de cette famille. En outre, M. Finet a publié depuis 1903, en collaboration avec M. Gagnepain des « Contributions à la Flore de l'Asie orientale » et a publié, en son nom seul, des additions à ce travail, notamment sur les Renonculacées.

Dans ses recherches sur la Systématique des Orchidées, l'auteur a décrit avec soin un très grand nombre d'espèces nouvelles et même de genres nouveaux, et la plupart de ces descriptions sont accompagnées de figures ou de planches représentant ces plantes nouvelles. Les plus importants de ces travaux sont relatifs à la classification et l'énumération des Orchidées africaines de la tribu des Sarcanthées et aux Orchidées de l'Asie orientale.

Parmi les travaux de M. Finet relatifs aux anomalies de la fleur, il faut signaler une remarquable étude sur les fleurs monstrueuses de *Cypripedium*, chez lesquelles les deux étamines, normales dans ce genre, sont transformées en staminode, tandis qu'on y constate l'apparition d'une étamine unique correspondant à celle qu'on trouve chez les autres Orchidées et qui fait normalement défaut dans le genre *Cypripedium*.

Chez les *Calanthe* et les *Megaclinium*, M. Finet constate aussi des anomalies qui peuvent éclairer la morphologie comparée de l'androcée dans cette famille. Enfin, l'auteur signale une forme régularisée de l'*Ophrys apifera*, forme pélorięe intéressante et des plus rares dans la famille des Orchidées.

En dehors de ces nombreux et intéressants travaux publiés, M. Finet a

étudié et dessiné un nombre considérable de formes d'Orchidées, dont l'ensemble constitue une précieuse iconographie, que l'on doit espérer voir publier dans sa totalité, car elle renferme des descriptions et des remarques inédites du plus grand intérêt.

A la suite des considérations précédentes, la Commission accorde à M. **E.-Achille Finet** le prix de Coincy pour l'année 1911.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Commissaires : MM. Ranvier, Chatin, Delage, Bouvier, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte; Ed. Perrier, rapporteur.)

Le sujet mis au concours était une étude *Des caractères d'adaptation à la vie arboricole chez les Vertébrés*.

Un seul Mémoire a été remis au Secrétariat; il est dû à M. **Anthony**, préparateur d'Anatomie comparée au Muséum d'Histoire naturelle, docteur en médecine.

L'unique question qui se posait était de rechercher si ce Mémoire était digne du prix pour lequel il était présenté. Votre Commission a été unanime à en reconnaître tout le mérite.

L'auteur rappelle d'abord qu'il a déjà publié de nombreux travaux dont il donne la liste et où le sujet proposé par l'Académie a été incidemment abordé à propos d'autres questions. Il montre ensuite toute l'importance de l'étude des adaptations, quand il s'agit de distinguer les ressemblances qu'elles déterminent entre animaux appartenant à des lignées différentes de celles qui sont dues à une communauté d'origine et qui doivent être seules invoquées dans les classifications telles qu'on les entend aujourd'hui. Ces classifications doivent, en effet, être généalogiques, si l'on veut les faire servir

à l'étude des modifications dont, par la suite des temps, les organismes d'une même lignée sont susceptibles. Il faut bien dire que le travail de M. Anthony a été inspiré par des idées tout à fait différentes de celles auxquelles M. L. Cuénot semble accorder la préférence, et, en récompensant ces deux savants, l'Académie témoigne une fois de plus de l'importance qu'elle attache aux faits bien observés et de sa bienveillance pour les efforts de ceux qui tâchent de tirer de la coordination de ces faits des idées générales, nécessairement contingentes, mais qui peuvent servir de guide pour de nouvelles recherches jusqu'au moment où l'heureuse fortune d'une constatation cruciale permet de choisir entre celles qui conduisent à des conclusions opposées.

Tandis que M. L. Cuénot suppose avec Davenport que les animaux se modifient tout seuls et se rangent ensuite au genre de vie auquel leur organisme ainsi modifié les rend les plus aptes, M. Anthony nous montre les animaux en lutte, pour ainsi dire, avec le milieu dans lequel le hasard de leur naissance les a placés, cherchant à sauver leur vie dans les conditions en apparence défavorables où ils se trouvent, usant pour cela de tous les organes qui sont à leur disposition pour obtenir, dans ces conditions fâcheuses, les meilleurs résultats possibles. De cette conception résulte pour l'Anatomie comparée une sorte de dramatisation, si j'ose m'exprimer ainsi; elle lit, pour ainsi dire, dans l'organisation des animaux, l'histoire de leurs luttes pour se conserver vivant, des moyens qu'ils tirent de leurs propres forces pour s'assurer la victoire, des traces que leurs efforts ont laissé sur eux-mêmes après le succès et qui se traduisent parfois par la superposition des caractères indiquant des adaptations successives dont la plus récente montre seule l'organisme considéré en étroite harmonie avec le milieu où il vit.

Partant de ces principes, M. Anthony remarque que les animaux arboricoles sont arboricoles de diverses façons. Ils marchent sur les branches en s'équilibrant simplement à l'aide de leurs membres, qui peuvent être même des nageoires (Poissons du genre *Penophthalmus* et autres) ou en s'accrochant au moyen de leurs griffes, ce qui leur permet d'être moins équilibristes (Reptiles et Mammifères), en s'accotant aux branches au moyen d'organes adhésifs (Batraciens, Geckos, Dendrohyrax), en usant même de diverses façons de leur queue prenante (divers Marsupiaux insectivores, Singes) ou écailleuse en dessous (*Anomalurus*).

La queue et le rachis peuvent également constituer les seuls organes de sustentation (Poissons lophobranches, Serpents). Souvent aussi les ani-

maux arboricoles progressent ou stationnent sur les branches en les saisissant entre leurs doigts (Caméléons, Oiseaux, Pédimanes et Quadrumanes, Cheiromèles); quelques-uns se bornent à se suspendre aux branches le dos ou la tête en bas (Paresseux, Cheiroptères). Avec un soin remarquable, M. Anthony étudie la disposition des organes qui peuvent servir à réaliser ces divers modes de locomotion ou de station arboricole : disques adhésifs, griffes, modification de la peau, forme des doigts, des membres, de la queue, des vertèbres, disposition des muscles qui les font mouvoir, modification des os qui résultent de la disposition de ces muscles, de leur volume, de leur mode d'emploi. Tout l'organisme est ainsi passé en revue, de multiples et intéressantes corrélations sont mises en évidence et la répétition de ces corrélations dans des types analogues, mais d'origine toute différente, comme aussi l'identité de structure générale que présentent les organes ayant les mêmes usages, mais appartenant à des animaux sans parenté généalogique, comme les pattes des Oiseaux et les pattes postérieures des Gerboises, témoignent que, chez les animaux comme ailleurs, les mêmes causes produisent les mêmes effets, et établissent entre les causes et leurs effets des rapports dont la démonstration expérimentale est, jusqu'à présent tout au moins, audessus des moyens dont nous disposons.

Après s'être livré à cette belle étude, M. Anthony étudie ce qui arrive aux animaux arboricoles, lorsqu'ils abandonnent ce genre de vie pour un autre. Des adaptations nouvelles apparaissent alors qui se superposent aux anciennes, en les modifiant souvent quelque peu, mais sans les faire disparaître, l'hérédité conservant leurs dispositions essentielles. On reconnaît ces adaptations anciennes, nous l'avons dit, aux dispositions sans utilité actuelle pour les animaux qui les présentent, mais semblables à celles qu'utilisent actuellement d'autres animaux par un genre de vie déterminé.

Il n'y a aucune raison actuelle, par exemple, pour que les Éléphants, exclusivement marcheurs, aient un radius et un cubitus croisés; mais cette position du radius et du cubitus est justement celle que prennent le radius et le cubitus chez les Mammifères arboricoles, lorsqu'au lieu d'opposer leurs mains l'une à l'autre pour saisir ils viennent à les poser à plat sur le sol; ces deux os sont au contraire parallèles, c'est-à-dire dans une position qui paraît naturelle, lors de l'apposition des mains; le croisement dans la patte antérieure des Éléphants s'explique donc si l'on admet que ces animaux descendent d'animaux grimpeurs; c'est, en effet, la conclusion à laquelle le naturaliste belge Dollo est arrivé pour les Mammifères placentaires, d'après tout un ensemble de considérations concordantes. Ces Mammifères descendraient

de Marsupiaux grimpeurs et nous portons nous-même de nombreuses traces de cette origine. La voûte de notre pied, qui ne touche le sol que par ses deux extrémités et son bord externe, est ainsi la conséquence de ce que les deux pieds étaient primitivement adaptés, comme les mains, à la préhension par opposition l'un à l'autre ; c'est la même raison qui a condamné les Fourmiliers à marcher sur la tranche de leurs mains; ils descendent des Paresseux grimpeurs et l'on s'explique ainsi que, bien qu'aujourd'hui exclusivement marcheurs, ils aient des mamelles pectorales comme les Singes et les Chauves-Souris.

L'adaptation à la vie arboricole en a provoqué une autre fort intéressante, l'adaptation au vol. Chez les Oiseaux, bien que ces animaux semblent descendre eux aussi de Reptiles arboricoles, cette adaptation préliminaire ne paraît pas avoir été nécessaire; il en est autrement chez les vrais Reptiles volants (*Pterosaurius-Dragon*) et chez les Mammifères munis de parachutes, qui ont abouti aux ailes des Chauves-Souris. Ces Mammifères appartiennent à des ordres très différents, ceux des Marsupiaux (*Petauroïdes*, *Petaurus*, *Acrobates*), des Rongeurs (*Sciuropterus*, *Eupetaurus*, *Pteromys*, *Anomalurus*), des Dermoptères (*Galcopitherus*). Chez tous, bien qu'ils n'aient entre eux aucune parenté, il s'est, d'une manière identique, développé entre les membres un repli de la peau des flancs, évidemment dû à une cause commune. On en peut trouver l'origine dans le refoulement que subit la peau des flancs lorsque l'animal applique son ventre contre le tronc des arbres sur lesquels il se tient. M. Cuénot objecte que tous les animaux grimpeurs auraient dû, dès lors, acquérir un patagium analogue. Mais cela signifie simplement que, à côté d'habitudes communes, il y a chez les animaux grimpeurs des différences qui seront sans doute précisées un jour, les empêchant de subir les mêmes adaptations, et ne vont pas contre ce fait essentiel qu'on n'a jamais vu d'animal, exclusivement marcheur, pourvu d'un parachute, tandis qu'on en peut trouver dans tous les groupes d'animaux arboricoles.

Nous en avons assez dit pour montrer l'étendue de l'œuvre de M. Anthony et justifier la récompense qui lui est attribuée.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SAVIGNY.

(Commissaires : MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Delage, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte; Bouvier, rapporteur.)

La Commission du prix Savigny vous propose d'accorder cette récompense à M. **Ferdinand Canu** pour son *Étude comparée des Bryozoaires helvétiens de l'Égypte avec les Bryozoaires vivants de la Méditerranée et de la mer Rouge*.

M. Canu est un des rares zoologistes qui s'occupent de la Systématique des Bryozoaires et, si je ne me trompe, le seul zoologiste français. Pourtant cette étude mérite une sérieuse attention, non seulement à cause de l'intérêt spécial qu'offrent les colonies de Bryozoaires, mais aussi parce que beaucoup de ces colonies sont fossilisables et se rencontrent en abondance à divers niveaux géologiques. Il faut être reconnaissant à l'auteur d'avoir porté son attention sur ce groupe et surtout d'en avoir étudié parallèlement les formes actuelles et les formes éteintes ; ses recherches ne sont pas moins précieuses aux zoologistes qu'aux paléontologistes et notre savant confrère M. Douvillé, qui vous en a plusieurs fois offert les prémices, a toujours témoigné pour elles une grande estime.

Le travail manuscrit que nous proposons à vos suffrages montre bien sous sa double face le talent spécial de M. Canu. Si les Bryozoaires vivants de la mer Rouge et de la Méditerranée sont peu connus, les Bryozoaires fossiles du Nord africain ne l'étaient pas du tout avant les Notes multiples que leur a consacrées M. Canu ; grâce à la découverte de l'Helvétien à Marsa Matrouh, l'auteur a pu amplement les faire connaître et les comparer avec les espèces actuelles des mers voisines. Ces Notes sont reprises et développées dans le travail que nous vous proposons pour le prix Savigny.

Sur 44 espèces citées par l'auteur, 25 sont encore actuellement vivantes, ce qui est une proportion un peu forte pour le Miocène moyen ; parmi ces dernières, 8 se rencontrent dans la mer Rouge et l'océan Indien, mais toutes, c'est-à-dire 25, habitent la Méditerranée ou les régions avoisinantes de l'Atlantique. D'où l'on peut conclure : 1° que la faune helvétienne de l'Égypte est exclusivement méditerranéenne ; 2° qu'à l'époque helvétienne la faune d'Égypte n'a subi aucune influence de l'océan Indien, l'Afrique devant être directement reliée à l'Asie, et la mer Rouge étant alors nulle ou très réduite.

Les conclusions précédentes montrent l'intérêt des études poursuivies par M. Canu. Je dois ajouter que ces études ont une véritable portée géologique, car les Bryozoaires fossiles permettent, au même titre que les Mollusques, de déterminer l'âge des couches. C'est en déterminant les Mollusques de Marsa Matrouh que M. G. Dollfus parvint à fixer l'âge helvétien du dépôt, mais M. Canu est arrivé au même résultat en étudiant les Bryozoaires ; plusieurs de ces derniers, en effet, sont propres à l'époque helvétienne, entre autres *Membranipora diadema*, *Smittia papillifera* et *incisa*, *Cycloporella globularia*, etc.

C'est pour encourager des études de cette sorte que votre Commission vous propose d'attribuer le prix Savigny à M. **Canu**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX CUVIER.

(Commissaires : MM. Ranvier, Chatin, Delage, Bouvier, Henneguy, Grandidier, Lannelongue, le Prince Roland Bonaparte ; Edmond Perrier, rapporteur.)

La Section de Zoologie vous propose d'attribuer le prix Cuvier pour 1911 à M. **L. Cuénot**, professeur à l'Université de Nancy, pour l'ensemble de son œuvre scientifique.

M. Cuénot a débuté dans la Science par un travail sur l'organisation des Étoiles de mer, qui l'a mis en présence d'un type anatomique et physiologique, celui des Échinodermes, tellement différent de tous les autres, tellement compliqué, mais dans un sens tout particulier, que chaque organe, chaque appareil posait, pour ainsi dire, un problème. Parmi ces organes, déconcertant, à bien des égards, s'en trouvait un qui avait été considéré, tantôt comme un cœur, tantôt comme un rein, tantôt comme un corps producteur d'éléments anatomiques ou *corps plastidogène*, et qui est effectivement, au moins pour un temps et pour certains groupes, le siège d'une active production d'éléments anatomiques, et auquel est indirectement reliée, en somme, la production des éléments génitaux. L'étude de ce corps a été, sans doute, le point de départ des longues, patientes et fructueuses recherches de M. Cuénot sur les corps limphoïdes, dans lesquels se forment entre autres les phagocytes et les éléments qui débarrassent l'organisme de particules solides qui pourraient l'encombrer. Tout en conduisant ces recherches, qui l'ont amené à reconnaître par des procédés rigoureux les

organes qui accomplissent cette épuration et qui sont plus nombreux qu'on ne le suppose, M. Cuénot se livrait à des expériences sur la transmissibilité et l'hérédité du cancer des Souris, qui l'ont conduit à confirmer la réalité de cette transmission et à redouter que l'évolution des tumeurs qu'il a étudiées ne crée, dans la descendance des animaux malades, une prédisposition tout au moins favorable au développement de ces tumeurs.

Ces recherches devaient le déterminer à entreprendre une étude expérimentale de l'hérédité. Les Souris lui ont fourni le matériel de ses recherches, qui lui ont permis d'établir que les lois de l'hérédité, énoncées par le moine Mendel pour les végétaux, s'appliquaient de tous points aux animaux. De telles recherches, conduites par un naturaliste expérimenté, avisé et précis, amorcées comme elles l'ont été par M. Cuénot pour les premières générations, devront donner des résultats d'une importance pratique considérable.

Les questions d'ordre élevé, à l'étude desquelles M. L. Cuénot s'est consacré, indiquent un esprit particulièrement accessible aux idées générales et propre à démêler, dans les grandes doctrines qui ont placé sur un terrain vraiment scientifique les sciences naturelles, la part de vérité qu'elles contiennent. C'est ce que le savant professeur de Nancy vient de tenter dans le beau Livre, plein d'une solide érudition, qu'il vient de publier sur la genèse des espèces.

On trouvera peut-être que l'attribution du prix Cuvier à un œuvre qui a abouti à un tel Livre contraste quelque peu avec le nom que porte le prix et qui est celui du savant dont se réclament le plus volontiers les partisans de la fixité des espèces. Mais Cuvier était surtout le chef de l'école des faits, et le Livre de M. Cuénot est un recueil de faits, extrêmement riche et dont on ne peut qu'admirer la documentation précise et étendue. D'autre part, au point de vue des idées générales, il serait difficile de classer M. Cuénot, soit parmi les disciples de Lamarck, soit parmi ceux de Haeckel; il se rattacherait plutôt, sans cesser cependant de garder une certaine indépendance, à l'école de Weissmann et à celle de de Vries, qui se rapprochent bien plus elles-mêmes de l'école que M. Cuénot appelle *créationniste* que de l'école *évolutionniste* proprement dite; Cuvier, sans aucun doute, ne l'en désapprouverait pas. Aussi bien, tout en louant ses travaux personnels et sa brillante et savante étude sur la genèse des espèces, est-il nécessaire de faire quelques réserves sur la façon dont cette genèse est exposée, non, il est vrai, sans quelques précautions qui font honneur à la prudente sagacité de l'auteur. On ne saurait lui faire un reproche de ne pas avoir une théorie personnelle

sur l'origine de la vie; mais, pouvant choisir entre diverses hypothèses plus ou moins plausibles, on peut s'étonner qu'il semble favorable à la vieille hypothèse de M. de Montlivault, fille de celle plus vieille encore d'au moins cent ans de Charles Bonnet, rajeunie par Arrhenius, qui suppose la vie éternelle comme l'Univers et semée de monde en monde par des germes microscopiques de l'ordre du dix-millième de millimètre; cette dernière précision n'ajoute rien à la valeur de l'hypothèse. Au moment où la pérennité des atomes est mise en doute, où l'éternité de la matière elle-même est battue en brèche, admettre celle du fragile assemblage de carbone, d'hydrogène, d'oxygène et d'azote, qui constitue un germe vivant, semblera d'autant plus aventuré que M. Paul Becquerel vient de constater que les germes des Bactéries sont tués par les rayons ultraviolets qui traversent en tous sens l'espace interplanétaire; et puis admettre que la vie est éternelle c'est se débarrasser de la question à la façon des créationnistes, ce n'est pas la résoudre. Bien que le problème de l'origine des grands embranchements du Règne animal vaille la peine d'être examiné et que récemment des explications plausibles, essentiellement morphogéniques, en aient été données, M. Cuénot ne s'en préoccupe pas ; il considère, non sans raison, comme artificiels, les divers groupes y compris les genres, à la formation desquels se sont complus les nomenclateurs, et il s'attache uniquement à établir comment les espèces ont pu arriver à se constituer. Avec de Vries, il admet que les espèces actuelles sont soumises à deux sortes de variations plus ou moins brusques : les *fluctuations*, qui n'intéressent que le soma, sont par conséquent essentiellement personnelles et non transmissibles par hérédité ; les *mutations* qui sont au contraire héréditaires parce qu'elles résultent d'une modification du germen lui-même, c'est-à-dire des éléments génitaux, et que cette modification, dans la suite des générations, se transmet de germen à germen. La lumière, la chaleur, l'humidité, l'alimentation même n'agissent presque jamais que sur le soma et ne produisent que des fluctuations ; les caractères qui apparaissent ainsi ne sont pas plus transmissibles que ceux qui résultent d'une mutilation ; on n'aurait constaté en aucun cas une hérédité réelle des caractères acquis; contrairement à une opinion très répandue, cette affirmation est contredite par des observations récentes, rigoureusement scientifiques, et notamment par celles où M. Blaringhem obtient par de simples traumatismes de véritables mutations. Les adaptations étroites qu'on observe si souvent entre les caractères de certains animaux et les conditions dans lesquelles ils doivent vivre, la cécité, par exemple, des animaux qui vivent dans l'obscurité, ne

sont pas dues comme on croit, dit M. Cuénot, à l'action de ce milieu; ce sont, en réalité, comme dirait Davenport, des « préadaptations ». Ce n'est pas l'obscurité qui rend les animaux aveugles; tout simplement les lieux obscurs ont été naturellement peuplés par des animaux aveugles, parce que ceux-ci n'avaient aucune raison de leur préférer les lieux éclairés. Il y a eu certainement des préadaptations : ainsi les pattes de l'Oiseau ont été construites pour courir et sauter avant que l'animal ne les utilise pour prendre son essor; ses poumons ont acquis des sacs accessoires qui n'avaient pour objet que d'alléger son corps ou d'activer la respiration; les plumes se sont développées sans but déterminé et n'ont que secondairement empêché la déperdition de sa chaleur, et transformé les membres antérieurs en rames propres au vol, et c'est la rencontre fortuite de tous ces caractères qui a permis à l'Oiseau de s'élancer dans les airs et de s'y maintenir. Mais il serait difficile de soutenir que les Batraciens, les Tortues de rivière, les Crocodiles, les Oiseaux palmipèdes, les Ornithorhynques, les Ondatras, les Castors, les Desmans, les Loutres, les Phoques, qui tous sont habiles à nager et ne s'éloignent guère des eaux, ont commencé par acquérir par mutation, alors qu'ils étaient exclusivement terrestres, des palmures aux pattes et que, reconnaissant ensuite les facilités que cette disposition nouvelle leur donnait pour se mouvoir dans les eaux, ils se seraient fortuitement rencontrés dans les cours d'eau, les lacs ou l'océan, et qu'il en aurait été de même pour les Ichthyosaures, les Plésiosaures, les Tortues de mer, les Sirénides, les Cétacés rendus incapables de marcher à cause de la forme en palette de leurs pattes et obligés, dès lors, de se réfugier dans les eaux profondes où leurs pattes devenaient d'excellentes nageoires. Pourquoi ne trouverait-on de nos jours aucun animal terrestre possédant par mutation des pattes palmées ou des palettes natatoires? De même, s'il est vrai que le bec acéré et pointu de l'un des Perroquets du genre Nestor de la Nouvelle-Zélande a permis à cet Oiseau, jadis paisible végétarien, de devenir carnassier, on ne saurait soutenir le paradoxe de Maissiat, représentant l'Ours comme un carnassier d'occasion, rendu féroce par le développement de sa dent canine, et il semble tout au moins aussi vraisemblable que les Mammifères omnivores, qui se sont confinés dans un régime alimentaire déterminé, ont usé leurs dents différemment suivant le régime qu'ils avaient adopté et ont transmis à leur descendance la forme définitive que ce mode d'usure avait communiquée à leurs dents; il suffit de raser la couronne des dents des Mastodontes et des Mammifères artiodactyles bunodontes pour avoir les dents des Éléphants, des Hippopotames, des Ruminants et même des Chevaux.

On peut reconnaître avec M. Cuénot que les caractères des animaux sont bien loin d'être tous le résultat d'une sélection due à la lutte pour la vie ou pour la reproduction, comme le voulait Darwin. Les animaux nocturnes, ceux des eaux douces, ceux des abîmes, les premiers animaux terrestres eux-mêmes se sont manifestement dérobés à la lutte et c'est aussi par prudence que les Oiseaux font leur nid sur les arbres ou dans des endroits inaccessibles; il est bien évident, d'autre part, que si ces animaux se sont résignés à vivre dans la nuit, dans les eaux douces, dans des abîmes glacés ou ont abandonné les eaux en apparence protectrices pour vivre à l'air libre, c'est qu'ils avaient au préalable acquis une organisation qui les rendait capables d'accomplir ces émigrations; ils étaient « préadaptes », mais cela ne les a pas empêchés de compléter cette adaptation par des modifications résultant de ce nouveau genre de vie. Le principe du perfectionnement des organes par l'usage, de leur déchéance par défaut d'usage trouve ici des applications nombreuses, mais M. Cuénot dénie à ce principe toute valeur, et prive ainsi la Biologie, non seulement d'un précieux moyen de coordination, dont la valeur, établie par l'Anatomie comparée tout entière, ne saurait être infirmée par l'insuffisance de nos connaissances relativement aux modifications héréditaires qui résultent de l'usage ou du défaut d'usage des organes. En réalité, l'Anatomie et l'Embryogénie comparées sont le résultat d'expériences naturelles qui remontent au début même de la vie sur la Terre et qui conduisent à des conclusions bien autrement solides que celles établies sur les misérables expériences de laboratoire, qui nous sont seules permises, qui peuvent tout au plus nous donner quelques indications quand elles ont un résultat positif, mais dont les résultats négatifs demeurent toujours suspects de ne pas avoir tenu assez de compte du temps. Cuvier en refusait à Lamarck le bénéfice, mais les calculs des géologues ont montré depuis que Cuvier avait eu tort de reprocher aux Mages et à Lamarck d'avoir cru le monde très vieux.

C'est presque un truisme de dire que, lorsque sous certaines influences un caractère nouveau apparaît, il n'est d'emblée transmissible que lorsque la cause qui l'a fait apparaître a affecté en même temps les éléments reproducteurs; mais il n'est pas, en revanche, évident que, lorsque sous des influences persistantes un caractère déterminé se manifeste, les éléments reproducteurs, d'abord insensiblement touchés ou hors d'atteinte, ne seront pas à la longue influencés, et le véritable problème serait de déterminer, dans chaque cas, combien il faut de temps pour cela; mais cette question n'a jamais été abordée.

Il y aurait encore beaucoup à dire sur le Livre de M. **Cuénot.** Mais ce qui précède indique suffisamment dans quel sens doivent être entendues les réserves que nous avons voulu faire. Au surplus, on trouvera dans notre Rapport sur le grand prix des Sciences physiques, attribué à un travail fait dans une tout autre direction, des compléments qu'il est inutile de reproduire ici.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy.)

I. — Prix.

Trois prix, de *deux mille cinq cents francs* chacun, sont décernés à :

MM. **L. Testut** et **O. Jacob**, M. **Alexandre Besredka**, M. **E. Cassaet.**

Rapport de M. **Léon Labbé.**

Le *Traité d'Anatomie topographique* de MM. **Testut** et **Jacob** constitue une œuvre considérable et d'une grande valeur.

Des points de vue très nouveaux, dans la description de certains régimes anatomiques, ont attiré notre attention.

Les applications de l'Anatomie à la Chirurgie et surtout à une partie de la Chirurgie entièrement nouvelle sont remarquables et méritent d'être mises en lumière.

Cet Ouvrage est destiné à rendre de grands services non seulement pour l'étude de l'anatomie proprement dite, mais encore pour servir de guide aux chirurgiens dans nombre de circonstances.

Beaucoup de descriptions présentent un véritable caractère d'originalité.

Il a paru juste d'attribuer aux auteurs de cet Ouvrage un des prix Montyon.

Rapport de M. **Roux**.

M. **Besredka** a envoyé, pour le concours du prix Montyon, une série de Mémoires sur la question de l'anaphylaxie qui, depuis la découverte de M. Ch Richet, a provoqué un très grand nombre de travaux de la part des physiologistes, des bactériologistes et des médecins. Ceux de M. Besredka sont parmi les meilleurs.

Je citerai l'expérience des cobayes anaphylactisés, endormis au moyen de l'éther; il supportent sans accident, pendant le sommeil anesthésique, l'injection intra-cérébrale de $\frac{1}{4}$ de centimètre cube de sérum de cheval, dose toujours mortelle pour les cobayes anaphylactisés non endormis. A leur réveil les animaux qui ont reçu le sérum dans le cerveau se comportent comme des animaux neufs, c'est-à-dire qu'ils ne sont plus sensibilisés.

La crainte des accidents anaphylactiques mettait dans bien des cas un obstacle à l'emploi de la sérothérapie. On conçoit qu'un médecin hésite, malgré l'urgence, à injecter du sérum antiméningococcique, par exemple, à un malade qui a reçu, même longtemps auparavant, du sérum antidiphtérique. Avec sa méthode des infections subintrantes, M. Besredka lui donne le moyen de le faire sans danger. Il suffit d'injecter au malade d'abord une petite quantité de sérum incapable de déclencher les accidents anaphylactiques pour pouvoir lui administrer, quelques heures après, la dose thérapeutique.

Le service rendu à la pratique médicale par M. **Besredka** est donc considérable, sans compter que les faits nouveaux découverts par lui contribuent à mieux nous rendre compte du mécanisme de l'anaphylaxie.

Rapport de M. **Bouchard**.

M. **Cassaët** a adressé un travail intitulé : *Du diagnostic de la péricardite postérieure*. C'est un manuscrit important par le nombre et la valeur des documents qui y sont accumulés. Longtemps la péricardite avait été de diagnostic difficile. Cependant l'affaiblissement ou la disparition des mouvements ou des bruits par l'interposition d'une couche de liquide entre la paroi thoracique et la face antérieure du cœur facilitaient le diagnostic. M. Cassaët insiste sur une variété de la maladie qui était presque toujours

méconnue : la péricardite du cul-de-sac postérieur. L'exsudat produit alors le déplacement du cœur en avant. L'épanchement n'est plus interposé entre la face antérieure du cœur et la main ou l'oreille de l'observateur. Les signes sont en quelque sorte paradoxaux. C'est grâce au signe de Cassaët que la maladie est aujourd'hui diagnostiquée.

C'est une œuvre chimique remarquable d'une utilité incontestable.

Un des prix est accordé à M. **Cassaët**.

II. — Mentions.

Trois mentions de *quinze cents francs* sont accordées à :

MM. **Pierre Nolf**, **Émile Feuillé** et **E. Sacquépée**.

Rapport de M. **Dastre.**

M. **Nolf**, chargé de cours de Physiologie à l'Université de Liége, a présenté au jugement de la Commission la série de remarquables Mémoires qu'il a publiés depuis 4 ans dans les *Archives internationales de Physiologie*, les *Archives italiennes de Physiologie*, le *Biochemische Zeitschrift* et la *Revue de Médecine*, relatifs à la coagulation du sang, qui, déjà antérieurement, avait formé l'objet préféré de ses études, et à la pathogénie et au traitement de l'hémophibie qui en forment une application médicale. M. Nolf a parcouru tout le champ de cette vaste question : il a contrôlé la plupart des expériences importantes, il y a ajouté sa part de résultats personnels. Mais ce qui rend ses travaux éminemment intéressants, c'est l'imagination active et constructive qui préside à la mise en œuvre des résultats. La théorie de la Coagulation du sang achevait à peine de s'édifier, en 1903, à la suite des travaux d'Arthus, Alex. Schmidt, Pekelharing, Hammarsten, Wooldridge, Delezenne, Fuld et Spiro, et elle s'exprimait dans la formule de Morawitz : le plasma sanguin à l'état vif est incoagulable ; il contient le *fibrinogène* et un autre élément, le *thrombogène* ou *agent-sérum*. Il faut, pour qu'il devienne coagulable, qu'il reçoive la sécrétion leucocytaire ou *thrombokinase* qui existe, en général, dans toutes les cellules. L'union du thrombogène avec la thrombokinase et les sels de calcium fournit la *thrombine* et celle-ci agissant comme ferment catalysateur (fibrin-ferment) amène la coagulation du fibrinogène qui devient fibrine solide, coagulum ou caillot.

M. Nolf n'a pas de peine à démontrer l'insuffisance de cette doctrine. Il la contredit en s'appuyant sur les expériences de Wooldridge et sur beaucoup d'autres. La thrombine, l'ancien fibrin-ferment, ne préexiste pas à la coagulation et n'en est pas la cause : elle apparaît comme un produit de celle-ci, comme un effet, lorsqu'on suit le développement chronologique des phénomènes. Tout au moins doit-on dire que le caillot et la thrombine se forment en même temps. — Les plasmas naturels contiennent, pour ainsi dire, par avance, tout ce qui est nécessaire à la coagulation : les trois facteurs fondamentaux, le fibrinogène, générateur principal, puis le thrombogène et la thrombokinase [que M. Nolf appelle *thrombozyme*, parce qu'il lui attribue des propriétés protéolytiques : celle, en particulier, de digérer la fibrine (fibrinolyse de Dastre)].

La coagulation est l'union de ces trois colloïdes solubles en un complexe insoluble (caillot); c'est une précipitation ou gélification que n'utilise aucun agent catalytique proprement dit, mais qui ne se produit que si l'équilibre très instable de la solution est détruit par un excitant tel que le contact d'une paroi étrangère ou d'une poudre. C'est ainsi que s'expliquerait l'action préservative des tubes paraffinés. D'autre part les différences très suggestives observées dans la coagulation des sangs de poisson, d'oiseau, de mammifère, s'expliquent par les proportions respectives et les propriétés diverses des trois facteurs fondamentaux, en faveur desquelles plaident, en effet, des observations précises.

Un mécanisme de perfectionnement existe qui empêche la coagulation du sang dans les vaisseaux ; il a été révélé par les anciennes observations de Fano et de Delezenne, sur la production de l'antithrombine du foie à la suite d'injection de propeptone et par les récentes expériences directes de M. Doyon. Le foie sécrète sous certaines excitations une substance anticoagulante, l'antithrombine hépatique. Il existe une sorte d'antagonisme fonctionnel entre la sécrétion de cette substance et les circonstances qui risqueraient d'accroître les risques de coagulabilité du sang. On aperçoit ici une nouvelle fonction régulatrice du foie.

M. Nolf va plus loin encore. Il aperçoit les causes et la raison d'être du processus de la coagulation même, avec ses degrés divers dont le dernier est la fibrinolyse. La fonction du processus de coagulation est de régler la composition protéique du milieu humoral.

Cette intéressante doctrine n'est sans doute qu'une construction hypothétique dans beaucoup de ses parties : mais, si elle n'était que cela, elle n'aurait pas retenu l'attention de la Commission académique. Nous y avons

vu surtout une manière de relier des faits nombreux, bien observés, qui subsisteront en tout état de cause et de provoquer des chercheurs à la poursuite de résultats nouveaux. C'est dans cet état d'esprit que la Commission a proposé d'attribuer à l'auteur une des récompenses importantes dont elle peut disposer.

Rapport de M. **Bouchard**.

M. E. **Feuillé** a adressé un Volume intitulé : *Leucopathies. Métastases. Albuminuries. Ictères leucopathiques*. Travail très original, très combattu, plein d'idées nouvelles dont certaines nous paraissent exactes. Le tissu malade peut provoquer la sortie des leucocytes. Plus souvent les leucocytes sont malades et cherchent une issue. Ils choisissent un organe qui semble plus propice : peau, rein, foie, muqueuse intestinale.

Pour le rein, l'albumine vient des leucocytes.

Les cylindres sont tous leucocytaires.

Les épithéliums peuvent être intacts avec des accumulations de leucocytes dans les canalicules et en dehors d'eux.

L'issue des leucocytes peut cesser dans un organe et apparaître dans un autre. L'apparente maladie qui se substitue à une autre n'est qu'une métastase, le changement du lieu d'élimination des leucocytes malades. La maladie est générale et non locale.

Rapport de M. **Roux**.

Bacilles paratyphoïdes et affections paratyphiques, par M. Sacquépée.

C'est par une étude poursuivie pendant des années que M. **Sacquépée** a pris connaissance de ce difficile sujet. Son travail est riche de documents personnels sur la fréquence des affections paratyphiques, sur leur diagnostic bactériologique, sur la différenciation des bacilles paratyphiques entre eux, sur leur action pathogène à l'égard des animaux. M. Sacquépée précise les caractères cliniques de la maladie chez l'homme suivant qu'elle est causée par des bacilles du type A ou du type B. Ce consciencieux exposé est un guide excellent pour les médecins, les bactériologistes et les hygiénistes qui ont à faire avec ces affections qu'ils méconnaissent souvent.

III. — Citations.

Des citations sont accordées à :

MM. **Léopold-Lévi** et **H. de Rothschild**, pour leur Ouvrage intitulé : *Études sur la physiopathologie du corps thyroïde et des autres glandes endocrines* (1re et 2e séries).

M. **S. Mercadé**, pour son Ouvrage intitulé : *La période post-opératoire : soins, suites, accidents.*

M. **G. Faroy**, pour son Ouvrage intitulé : *Le pancréas et la parotide dans l'hérédo-syphilis du fœtus et du nouveau-né.*

M. **L. Panisset**, pour l'ensemble de ses recherches sur la *Vaginalite du Cobaye mâle provoquée par le bacille de la morve et par divers microbes.*

Les conclusions de ces Rapports sont adoptées par l'Académie.

PRIX BARBIER.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Lannelongue, Laveran, Dastre, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; d'Arsonval, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **H. Guilleminot**, pour son Ouvrage intitulé : *Radiométrie fluoroscopique.*

Cet Ouvrage est l'exposé d'une méthode personnelle de dosage des rayons X, de ses applications et des résultats auxquels elles ont conduit.

La méthode consiste à déterminer l'intensité du pouvoir fluoroscopique du rayonnement par comparaison avec celui d'un étalon de radium placé dans des conditions déterminées. L'auteur a établi une unité conventionnelle rattachée indirectement au système C. G. S. par l'intermédiaire d'une réaction chimique (réaction Freund-Bordier). Il a précisé les conditions d'exactitude de la méthode relatives à l'emploi du platinocyanure de baryum comme réactif et du radium comme étalon, et à l'absorption du rayonnement par l'air quand on applique la loi du carré de la distance. Il a établi d'après cela des barèmes et des règles à calculs donnant à simple lecture l'intensité du rayonnement à toutes les distances.

Le même appareillage lui permet de déterminer la qualité du rayonnement X en définissant son coefficient de pénétration moyen à travers un filtre d'aluminium de 1^{mm}.

La méthode trouve une première application dans la posologie des radiographies. D'une étude rationnelle des conditions propres à donner les contrastes maxima, l'auteur croit pouvoir conclure à une loi de posologie très simple : Avec les plaques radiographiques courantes il emploie une unité par centimètre de tissu traversé avec un léger écart en plus ou en moins suivant les régions.

Un deuxième groupe d'applications comprend le dosage de l'énergie radiante fixée par les couches successives de tissus en radiothérapie et en physiologie expérimentales. L'auteur est arrivé ainsi à une relation simple entre les doses fixées par chaque couche élémentaire et les effets biologiques produits.

Les rayons X, quelle que soit leur qualité, et même les rayons β et γ du radium, produisent les mêmes effets à doses fixées égales, tandis que ces effets sont profondément différents si l'on ne considère que les doses incidentes.

Un troisième groupe d'applications comprend l'analyse des faisceaux de rayons X. De l'étude des courbes fluoroscopiques de pénétration des différents faisceaux, l'auteur tire une formule de transmission de chacune d'elles en fonction de dix exponentielles dont le coefficient de pénétration a été convenablement choisi.

Enfin une des applications pratiques les plus importantes de la méthode a été de donner la valeur du pouvoir filtrant des différentes substances employées comme filtres, et de montrer, pour la radiothérapie des organes profonds, l'avantage des rayons très durs, quasi monochromatiques, tels qu'ils émergent des filtres très radiochroïques. En conséquence, la Commission décide d'accorder le prix Barbier à M. **Guilleminot**.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BRÉANT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Perrier, Labbé, Henneguy; Roux, Chauveau, rapporteurs.)

Le prix Bréant, d'une valeur de *cent mille francs*, destiné à récompenser

celui qui aura trouvé le moyen de guérir le *Choléra asiatique*, n'est pas décerné.

L'Académie décerne, sur les arrérages de la Fondation :

Un prix de *deux mille francs* à MM. **Auclair** et **Louis Paris**, pour leurs recherches sur la *Constitution chimique du bacille de Koch et les poisons du bacille tuberculeux humain*.

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Dopter**, pour ses *Études sur la méningite cérébro-spinale et sérothérapie antiméningococcique*.

Un prix de *mille francs* à M. **M. Duvoir**, pour un Ouvrage intitulé : *Étude sur la variolo-vaccine*.

M. **Auclair** s'est donné la tâche d'isoler les diverses substances contenues dans les bacilles tuberculeux, et d'étudier, sur les animaux, l'action de chacune d'elles. Il a déjà fait connaître la manière d'agir des diverses matières adipo-cireuses; aujourd'hui, avec M. **Paris**, il fait voir que dans un voile de culture de tuberculose, les bacilles sont unis par une sorte de ciment de nature cellulosique. La propriété d'acido-résistance du bacille de Koch n'est pas due aux seuls corps adipo-cireux, elle appartient à des degrés variés à toutes les parties constitutives du microbe et résulte de sa constitution physique et chimique.

Si l'on fait macérer des bacilles tuberculeux vivants par une solution étendue de sel neutre à réaction alcaline, celle-ci dissout une partie du protoplasma qui est précipitée par l'acide acétique étendu. Cette substance est une paranucléo-albumine qu'on obtient en plus grande abondance en traitant les bacilles tuberculeux, complètement dégraissés, par l'acide acétique concentré à la température de 80°. Par refroidissement, l'acide laisse déposer des flocons qui deviennent plus abondants par neutralisation partielle. Les auteurs donnent le nom de bacillo-caséine à ce corps qui forme la plus grande partie du protoplasma du bacille de Koch.

Elle est insoluble dans l'eau; réduite en poudre fine et mise en émulsion dans l'eau ou dissoute dans l'eau phosphatée sodique, elle est très toxique pour différentes espèces animales. Au point d'injection, il se forme une induration sans tendance à la caséification; au bout de quelque temps l'animal maigrit peu à peu et meurt cachectique. Cette bacillo-caséine n'a pas modifié la marche de la tuberculose chez les cobayes injectés auxquels elle a été administrée.

La recrudescence de la méningite cérébro-spinale, dans les dernières

années, a fourni à M. Dopter l'occasion d'en faire une étude approfondie, tant au lit des malades qu'au laboratoire. Il nous fait connaître les procédés qui lui ont le mieux réussi pour isoler le méningocoque et pour le différencier des paraméningocoques. Certains de ces procédés lui sont personnels et constituent un progrès. M. Dopter, ayant à préparer en grand le sérum antiméningococéique, a perfectionné les méthodes de ses devanciers; il est parvenu, en s'inspirant des travaux de M. Besredka, à éviter les accidents anaphylactiques chez les chevaux immunisés. L'efficacité du sérum ressort avec évidence des statistiques rapportées par l'auteur. Les indications qu'il donne sur son emploi sont d'autant plus à retenir qu'il les a mises en pratique dans un grand nombre de cas.

Les acquisitions nouvelles, contenues dans ce travail, ont paru à la Commission mériter à M. **Dopter** le titre de lauréat avec une partie des arrérages du prix Bréant.

Une partie des arrérages du prix Bréant est accordée à M. **Duvoir**, pour son *Étude sur la variolo-vaccine*.

Cette étude constitue le sujet d'une remarquable Thèse de doctorat en médecine. Elle renferme des documents expérimentaux de premier ordre, obtenus avec la collaboration de MM. *Kelsch*, *P.-J. Teissier*, *L. Camus* et *Tanon*, dans le but d'apporter des éléments décisifs à la solution de la question de la transformation du virus varioleux en virus vaccinal.

Les expériences portèrent sur le veau, le lapin et le singe.

Toutes sont intéressantes.

Mais celles qui ont été faites sur les animaux de l'espèce bovine se recommandent tout particulièrement à l'attention. On les avait réparties en deux séries distinctes, dont les résultats devaient se prêter à un contrôle réciproque de leur signification.

Le Comité d'études connu sous le nom de *Commission lyonnaise*, dirigé par le rédacteur du présent Rapport, n'avait pas réussi à opérer la transformation de la variole en vaccine, obtenue par divers auteurs de valeur. Comme les expériences très nombreuses du Comité avaient été entourées de toutes les garanties d'exactitude, il attribua les rares succès signalés avant lui à des contaminations vaccinales accidentelles, qui avaient échappé aux expérimentateurs d'alors.

La réalité des succès ultérieurement obtenus dans divers milieux de recherches, où l'on étudiait les rapports de la variole et de la vaccine,

échappait-elle à cette objection? C'est ce qu'affirmaient les expérimentateurs qui avaient obtenu ces succès.

Or, ils n'étaient pas autorisés à produire cette affirmation. C'est ce qui est catégoriquement démontré par les deux séries d'expériences dont se compose le lot des recherches faites sur le veau figurant dans la Thèse de M. Duvoir.

Dans la première série, ne comprenant pas moins de 19 jeunes bovins, les inoculations varioliques, faites dans des milieux neufs, où toutes les conditions étaient réunies pour écarter rigoureusement toute intervention accidentelle de germes vaccinaux, ne furent suivies d'aucune éruption vaccinale. Ou elles ne donnèrent naissance qu'à d'insignifiantes éruptions locales, d'où le virus vaccin était totalement absent; ou bien même elles restèrent tout à fait stériles. Le seul résultat intéressant, obtenu dans bon nombre de cas, fut une immunisation partielle contre l'inoculation vaccinale proprement dite, exactement comme dans les expériences de la *Commission lyonnaise*.

Dans la seconde série des expériences de la Thèse de M. Duvoir, on s'est particulièrement appliqué à la réalisation des conditions capables de renseigner sur la présence possible de germes vaccinaux dans l'air des locaux habités par des sujets vaccinifères et les chances d'infection vaccinale accidentelle créées par ces germes.

Cette réalisation a été obtenue à l'aide d'une précaution tout à fait péremptoire, peut-on dire. Aucun virus n'a été inoculé aux sujets de la deuxième série. On n'a fait sur eux que des *inoculations à blanc*, c'est-à-dire que ces sujets, préparés pour une inoculation vaccinale ordinaire, n'ont reçu dans leurs scarifications cutanées que de la glycérine absolument pure. Toutes les précautions ont été prises, du reste, pour soustraire ces animaux aux attouchements du personnel, qui auraient pu être l'occasion de contaminations directes. Les sujets ont continué à être enveloppés dans leurs couvertures protectrices préalablement stérilisées. *Mais ces sujets, placés dans des stalles très soigneusement désinfectées, cohabitaient avec les génisses vaccinifères continuellement entretenues à l'Académie de Médecine.*

Or, sur *sept* génisses consacrées à ces expériences, il y en eut *six* sur lesquelles un certain nombre de scarifications devinrent le siège d'une éruption vaccinale absolument typique.

Il est donc démontré que les inoculations vaccinales accidentelles sont non seulement possibles, mais encore relativement faciles, quand on opère dans les milieux où vivent habituellement des sujets vaccinifères.

Ces faits s'ajoutant à ceux de la première série, où l'inoculation variolique, dans les milieux *neufs*, n'a jamais abouti à la production d'une éruption vaccinale, permettent d'affirmer que la transformation de la variole en vaccine, par l'organisme du bœuf, malgré l'étroite parenté des deux affections, n'a pas encore trouvé de démonstration expérimentale. La Science continue à rester, en la circonstance, sur les positions où l'avaient placée les expériences de la *Commission lyonnaise*.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX GODARD.

(Commissaires : MM. Bouchard, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Guyon, rapporteur.)

La Commission du prix Godard propose à l'Académie des Sciences d'attribuer le prix Godard à M. **Jean-Louis Chirié**, chef de clinique d'accouchements à la Faculté de Médecine de Paris.

M. Chirié a soumis à notre examen deux Mémoires : 1° *Les capsules surrénales dans l'éclampsie puerpuérale et la néphrite gravidique;* 2° *Contribution à l'étude du rein gravidique* (*évolution de la graisse dans le rein de la chienne gravide et nourrice*). Ces travaux, du même ordre que celui qui, l'année précédente, avait fait obtenir à l'auteur une mention très honorable [1], apportent à l'étude des modifications des reins et de l'appareil surrénal, sous l'influence de la graisse, une très intéressante contribution. Il était désirable que l'auteur fût encouragé à poursuivre ses recherches.

Dans son premier Mémoire, M. Chirié a cherché à préciser la cause de l'hypertension artérielle dans l'éclampsie, en étudiant les modifications des glandes surrénales (glandes, dont les produits de sécrétion ont une action antitoxique et angio-tonique bien démontrée), sous l'influence de la gravidité.

Il a comparé 17 glandes surrénales recueillies : 12 chez les éclamptiques, 4 dans des cas de néphrites gravidiques (mort dans le coma, sans convulsions), 1 dans un cas d'hémorragie rétro-placentaire, avec 14 capsules témoins provenant de femmes enceintes, ou accouchées mortes d'infection, de tuberculose, de pneumonie, etc., avec des capsules surrénales étalons

[1] *Recherches expérimentales sur l'éclampsie puerpuérale* (*effets de la mise en tension des reins*).

(capsule normale, capsule de néphrite, capsule à très forte hyperplasie médullaire).

Les constatations nombreuses et très précises faites par l'auteur l'amènent à conclure : que dans l'éclampsie puerpuérale, dans la néphrite gravidique, dans l'hémorragie rétro-placentaire, on observe, d'une façon presque constante, de l'hypertrophie corticale et médullaire des glandes surrénales. En essayant d'interpréter ces observations, il estime qu'on pourrait admettre que : les lésions rénales déterminent un hyperfonctionnement surrénal qui agit sur le cœur et les vaisseaux et a pour conséquence l'hypertrophie cardiaque et la tension artérielle.

Dans le second Mémoire, les constatations faites chez la chienne et répétées sur les reins de vaches et de brebis, recueillis et fixés de suite après abattage, conduisent M. **Chirié** à penser : qu'au moins chez la chienne, il existe, à la fin de la gestation, une élaboration de la graisse en vue d'assurer le bon fonctionnement des glandes mammaires. Les corps gras non utilisés par l'organisme, ou non fixés par les glandes mammaires, sont dérivés vers les reins et passent dans les urines. La sécrétion lactée établie, la lipurie diminue et peut cesser en un temps variable, plus ou moins long suivant les cas, après la suppression de la lactation.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON LARREY.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Laveran, rapporteur.)

La Commission décerne le prix à MM. **H. Coullaud**, médecin major de l'armée, et **E. Ginestous** pour leurs travaux sur *La vision des tireurs* et *La Physiologie du tir*. Les recherches de MM. Coullaud et Ginestous sont originales et elles ont conduit à des résultats pratiques importants; c'est ainsi qu'on admet aujourd'hui dans l'armée les sujets chez lesquels la vision d'un œil est complètement abolie, lorsque l'acuité de l'autre œil est égale au moins à la moitié de l'acuité visuelle normale.

Une mention très honorable est accordée à M. Maurice **Boigey** pour son Ouvrage intitulé : *Ateliers de travaux publics et détenus militaires*.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX BELLION.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Dastre, Chauveau, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre M. et Mme **Victor Henri**, d'une part, et MM. **Courmont** et **Nogier**, d'autre part.

M. Victor Henri s'est occupé depuis le milieu de l'année 1908 de l'utilisation des rayons ultraviolets au moyen de la lampe en quartz, grand modèle Heraeus et spécialement des applications de leur pouvoir *abiotique* (Dastre). Sous sa direction, Mlle Cernovodeanu, en collaboration avec M. Nègre, employait les appareils montés au laboratoire de la Sorbonne pour l'application de ces radiations à la destruction des cellules cancéreuses. Ces recherches aboutissaient à une Note intitulée : *Action des rayons ultraviolets sur les tumeurs*, présentée à la Société de Biologie dans la séance du 6 février 1909, t. LXVI, p. 212.

C'est la *première publication* qui ait eu lieu en France sur les applications biologiques des rayons ultraviolets.

Mais à partir de ce moment, les publications vont se multiplier. Plusieurs auteurs, la plupart ignorant l'œuvre de Finsen, consignée dans les *Mittheilungen* de cet éminent expérimentateur, développent les applications des radiations ultraviolettes à la médecine et à l'hygiène, extraordinairement facilitées par l'invention de la lampe à arc de vapeur de mercure inventée 3 ans auparavant.

Le 22 février 1909, MM. Nogier et Courmont communiquaient à l'Académie des Sciences leurs expériences sur la stérilisation de l'eau par les rayons ultraviolets. Dans la même séance, aussitôt après cette Communication, M. Dastre indiquait que, en outre des résultats précédemment publiés à la Société de Biologie par ses élèves, des expériences de stérilisation étaient, depuis quelques mois, en cours dans son laboratoire ; et il annonçait la communication, en particulier pour la séance suivante, des expériences de MM. Stodel et V. Henri. Et, en effet, le 1er mars 1909, il communiquait à l'Académie les résultats obtenus par ses élèves pour la stérilisation du lait par les rayons ultraviolets.

L'action abiotique des rayons ultraviolets, les applications à la stérili-

sation des liquides alimentaires et autres, la faible pénétrabilité des liqueurs colloïdales pour ces rayons (1902), tous ces éléments scientifiques du problème ayant été nettement mis en lumière par Finsen et ses élèves, il restait aux nouveaux expérimentateurs à étendre et à perfectionner les résultats.

Telle a été l'œuvre des chercheurs dont l'Académie récompense aujourd'hui les efforts.

1. *Action sur la toxine tétanique.* — En ce qui concerne MM. Victor Henri et Mlle Cernovodeanu, ces expérimentateurs ont étudié l'action des rayons ultraviolets : sur la *toxine tétanique ;* sur *divers microbes ;* sur les *bacilles tuberculeux* et la *tuberculine.* Déjà les élèves de Finsen, puis Tappeiner, Noguchi, etc. avaient montré que les rayons ultraviolets atténuent les toxines ; il résultait des faits connus que, pour étudier l'action sur la toxine tétanique, il faut, avant tout, éliminer autant que possible la présence du bouillon qui, en absorbant ces rayons, protège les substances. Faute de cela, d'autres observateurs constatent seulement que les rayons ultraviolets agissent très lentement sur la toxine tétanique (8 mars 1909). En écartant autant que possible cette cause d'erreur, MM. Victor Henri et Mlle Cernovodeanu vérifient que l'action des rayons ultraviolets sur la toxine tétanique suit les lois des réactions photochimiques avec formation, au cours de la réaction, d'un autocatalysateur : vitesse d'action proportionnelle à la concentration de la toxine et indépendante de la température ; la production croissant comme le carré de la durée ; l'effet se produisant dans le vide comme dans l'air.

2. *Action sur la tuberculine.* — MM. Victor Henri et Mlle Cernovodeanu ont montré que la tuberculine (qui résiste à un chauffage à 134° pendant 30 minutes) est détruite par les rayons ultraviolets. Cette action se produit bien plus vite en présence d'air que dans le vide.

3. *Action sur les bacilles tuberculeux.* — Les auteurs ont réussi à atténuer d'une façon très forte la virulence des bacilles tuberculeux vis-à-vis des cobayes.

4. *Action sur différents microbes.* — α. La température n'a pas d'influence sur la vitesse d'action des rayons ultraviolets sur les microbes. — β. L'action est aussi rapide dans le vide qu'à l'air libre. — Les rayons de beaucoup les plus actifs sont ceux des λ inférieurs à 3021 unités Angström. — Ce sont des rayons qui ne se trouvent pas dans la lumière solaire telle qu'elle arrive au niveau du sol. C'est l'indication d'une adaptation des êtres vivants à la lumière solaire.

5. *Modifications physiques et chimiques produites par les rayons ultraviolets dans le corps des microbes.* — On observe : la coagulation du protoplasma ; les modifications de la colorabilité ; la disparition de la réaction de Gram ; la disparition de l'acido-résistance (bacilles tuberculeux).

Ces faits sont nouveaux : on ne les trouve pas dans Finsen. Ils montrent que les *rayons ultraviolets agissent directement* sur le corps microbien, sans qu'il y ait intervention d'une réaction secondaire, telle que pourrait la produire l'eau oxygénée qui pourrait être formée dans le milieu.

En ce qui concerne les applications plus directes à la stérilisation de l'eau potable, l'appareil de M. Victor Henri et de ses collaborateurs a été soumis à des épreuves industrielles qui feront connaître l'étendue et la valeur de ses applications pratiques à l'hygiène urbaine et domestique, comparativement avec les autres modèles. C'est un ordre de considérations qui n'a point sa place ici.

MM. **J. Courmont** et **Nogier** ont présenté leurs recherches : *Sur la stérilisation de l'eau potable par les rayons ultraviolets.*

Ces travaux constituent une intéressante contribution à la solution d'un des plus importants problèmes du moment, en hygiène publique et privée.

Le caractère de haute utilité pratique que les auteurs ont tenté d'imprimer à leurs recherches ne manque à aucunes d'elles. Il se manifeste dès la première publication des auteurs sur le sujet : la Note qu'ils ont fait présenter à l'Académie, le 22 février 1909, par notre confrère M. Guignard. Elle résume les faits probants qui ont été obtenus dans la première étude qui ait été publiée sur l'action destructive qu'exerce la lampe de Kromayer immergée dans l'eau à l'égard des microbes qu'elle contient.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX MÈGE.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Bouchard, rapporteur.)

Le prix n'est pas décerné.

Le prix annuel, *trois cents francs*, représenté par les arrérages de la

Fondation, est décerné à MM. **P. Nobécourt** et **Prosper Mercklen**, pour leurs recherches sur les *Bilans nutritifs de la rougeole et de la scarlatine chez l'enfant et les régimes alimentaires au cours de ces deux maladies.*

Les auteurs ont étudié les variations de l'urée dans la rougeole et ont reconnu qu'il n'y a pas dans cette maladie rapport entre l'urée et les quantités d'albumine ingérée.

Dans la scarlatine de l'enfant, il y a au contraire influence manifeste du régime sur l'excrétion de l'urée qui est régulière surtout avec le régime lacté.

Le sel s'élimine bien dans la rougeole et n'influence pas l'élimination de l'urée.

Des constatations intéressantes ont été faites dans la convalescence de ces malades, en ce qui concerne les relations entre le régime et les variations du poids.

L'Académie adopte la conclusion de ce Rapport.

PRIX CHAUSSIER.

(Commissaires : MM. Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Labbé, Henneguy; Bouchard, rapporteur.)

Les études déjà anciennes de M. **Imbert** sur le travail professionnel, sur l'analyse des mouvements partiels qui constituent l'acte d'ensemble, sur la mesure de l'effort accompli, sur la fatigue qui en résulte, avaient abouti au Livre publié en 1900 : *Sur le mode de fonctionnement économique de l'organisme*. Il a poursuivi cette étude dans des industries très variées.

Les instruments qu'il met aux mains des ouvriers sont les mêmes que ceux qu'ils emploient d'ordinaire, sauf la disposition qui permet de transmettre électriquement le moment, la durée et l'intensité de chaque effort partiel et d'enregistrer simultanément toutes ces indications.

Les tracés fournis par ceux qui sont les bons ouvriers, par ceux qui donnent le travail le plus parfait et le plus rapide avec la moindre fatigue, permettent de reconnaître en quoi consistent les défectuosités du travail des ouvriers inhabiles ou des commençants chez lesquels chaque effort partiel peut être exagéré, intempestif, nuisible à la perfection de l'acte d'ensemble, avec fatigue plus grande.

M. Imbert s'est efforcé de saisir ces vices du travail, imperceptibles à

l'œil, chez les débutants et a montré comment en les réformant, dès les premiers essais, avant que fût prise l'habitude mauvaise si difficile à déraciner, on pouvait donner d'emblée à l'apprenti, grâce à quelques conseils, la règle qui lui rendra le travail plus parfait, moins pénible et plus fructueux.

Cette adaptation, à l'étude du travail professionnel, des procédés rigoureux de la physiologie montre que le travail ne saurait plus être envisagé seulement par son côté économique et social, mais qu'il doit être étudié comme tout acte physiologique. En introduisant dans l'étude du travail professionnel les études de physiologie et la rigueur des procédés graphiques, M. Imbert s'est engagé sur un terrain qui était encore inexploré.

Si entre autres relations il doit y avoir un rapport entre la fatigue que produit le travail et sa durée entre l'intensité et la continuité de l'effort d'une part et le salaire d'autre part; s'il y a lieu d'étudier non seulement l'habileté de l'ouvrier, mais les qualités de son outil que les graphiques révèlent en même temps qu'ils signalent les défectuosités de l'instrument; si la révélation immédiate des premières fautes de l'apprenti doivent permettre de le mettre d'emblée dans la bonne direction et de l'amener à être meilleur ouvrier après un plus court apprentissage, il deviendra plus facile à chacun, employeur ou ouvrier, de reconnaître son devoir et de l'accomplir ou de se renseigner sur ses droits et de les faire valoir non par la menace ou la violence, mais par la démonstration irréfutable.

C'est grâce à cette méthode que M. Imbert avait déjà expliqué des faits aujourd'hui bien connus : la fréquence des accidents du travail pendant les dernières heures de la journée ou pendant la dernière journée de la semaine, avec comme conséquence l'obligation de suspendre le travail à certains moments ou de l'interrompre à certains jours. Ce n'est plus la méthode graphique qui a conduit M. Imbert à ces conclusions; c'est la statistique portant sur plus de 50000 ouvriers. Toutes ces études auront pour résultat d'améliorer l'outillage, de perfectionner l'éducation des ouvriers, de rendre le travail plus productif et moins dangereux, de donner une solution plus équitable des conflits qui naissent sans cesse entre le patron et l'employé, entre le salaire et le travail, l'analyse scientifique de la besogne accomplie intervenant comme arbitre. Ici encore la Science apportera un élément de pacification.

Elle sera à la fois un élément de paix et de justice quand chez un ouvrier guéri de sa blessure et qui se plaint de ne plus avoir la même valeur elle départage, par l'étude du tracé de l'outil enregistreur, l'ouvrier qui ne peut pas prouver la sincérité de sa plainte et le patron ou le juge qui reste

soupçonneux. La Commission a été frappée de ce double côté de l'œuvre de M. Imbert : la rigueur scientifique dans l'analyse du travail professionnel ; l'action de justice et de pacification qui peut résulter de ces études.

Elle attribue le prix Chaussier à M. **Imbert**.

La Commission adopte les conclusions de ce Rapport.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale).

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, Roux, Laveran, Dastre, Henneguy ; d'Arsonval, Guignard, rapporteurs.)

Le prix, d'une valeur de *sept cent cinquante francs* a été porté, pour cette année, à *mille francs*.

Le prix est partagé également entre M. **Marage** et M. **Raoul Combes**.

M. **Marage** a résumé, dans le *Manuel de physiologie de la voix*, douze leçons du cours libre qu'il fait depuis 8 ans à la Faculté des Sciences.

Chaque année plus de trois cents auditeurs suivent ces conférences, aussi le Conseil supérieur de l'Instruction publique a-t-il reconnu l'utilité de cet enseignement en nommant M. Marage, chargé de cours à la Sorbonne.

Jusqu'ici ces questions n'étaient enseignées nulle part et l'on aurait cherché en vain dans nos programmes un cours de Physiologie de la parole et du chant ; cette lacune a été heureusement comblée par la fondation de la chaire dont M. Marage a été nommé titulaire. Cet Ouvrage présente deux particularités intéressantes : d'abord toutes les matières ont fait l'objet des recherches personnelles de M. Marage, c'est donc un travail entièrement original ; de plus toutes les questions sont mises à la portée des professeurs de chant et de diction et, à la fin de chaque Chapitre, nous trouvons un paragraphe indiquant les travaux à faire : c'est là une heureuse innovation, et des communications faites ici même par des

élèves de M. Marage montrent que son enseignement a déjà porté ses fruits.

Le plan de cet Ouvrage est très simple; l'auteur suit la destinée d'une onde sonore depuis son point de départ : le larynx du chanteur, jusqu'à son point d'arrivée : l'oreille de l'auditeur; il étudie donc successivement, au point de vue spécial de la voix, la physiologie des poumons, du larynx et des résonnateurs supra-laryngiens, un Chapitre important est consacré à la théorie de la formation des voyelles et des consonnes; la voix parlée et la voix chantée sont étudiées, non plus par l'oreille, mais par la vue et naguère j'ai présenté à l'Académie l'appareil de M. Marage, qui permet de photographier les vibrations de la voix; en même temps qu'on parle l'épreuve sort développée et fixée et l'on peut obtenir ainsi sans arrêt des photographies de 25^m de longueur.

Les architectes liront avec fruit les pages qui sont consacrées à l'acoustique des salles, et les médecins trouveront dans l'étude de l'oreille musicale des idées nouvelles entièrement basées sur des expériences de laboratoire.

Ce *Manuel de physiologie* est illustré de nombreuses figures originales reproduisant des photographies.

M. **Raoul Combes** a présenté au concours du Prix Montyon (Physiologie) des Mémoires relatifs à deux ordres de questions :

1° La détermination des intensités lumineuses optima pour les végétaux aux divers états de leur développement; 2° la formation des pigments anthocyaniques.

I. — Parmi les phénomènes physiologiques qui s'accomplissent chez les plantes vertes, sous l'influence de la lumière, l'un des plus étudiés, à juste titre, est l'assimilation chlorophyllienne. On a constaté que celle-ci se produit avec son maximum d'intensité à un éclairement voisin de celui de la lumière solaire directe. Cet éclairement représente donc l'optimum lumineux pour le phénomène en question, mais cet optimum ne correspond pas à la même intensité lumineuse pour toutes les espèces végétales. D'autre part, on a reconnu que, pour une même espèce, l'optimum lumineux varie suivant le phénomène physiologique que l'on considère; toutefois, les observations faites à ce dernier point de vue sont beaucoup moins nombreuses que celles qui concernent l'assimilation chlorophyllienne.

C'est pourquoi M. Combes s'est proposé de déterminer, chez plusieurs

plantes considérées aux divers stades de leur évolution, les optima lumineux pour les principaux phénomènes physiologiques qu'elles présentent, tels que la croissance et le développement général, la production de la substance fraîche ou sèche, la floraison, la formation des fruits. Pour cela, il a expérimenté sur une dizaine d'espèces appartenant à des types biologiques différents, les unes étant adaptées à un éclairement très intense, les autres à une lumière moyenne, ou même vivant à l'ombre. Des dispositifs appropriés permettaient de modifier la lumière au point de vue quantitatif seulement, les autres conditions de la culture faites aux différents éclairements restant identiques.

L'expérience a montré ainsi que, chez une même plante, l'optimum lumineux diffère effectivement suivant le phénomène physiologique considéré ; de plus, l'éclairement optimum pour un phénomène déterminé, chez une plante donnée, n'est pas représenté par la même intensité lumineuse pendant toute la vie de la plante, mais varie suivant le stade du développement qu'on envisage. D'une manière générale, cette lumière optima est faible pendant les premiers stades du développement et correspond à des éclairements de plus en plus forts à mesure que la plante vieillit. L'ensemble des faits observés conduit à la conception suivante de l'action générale de la lumière sur le développement; les fortes intensités lumineuses provoquent l'accumulation des composés nutritifs élaborés dans les parties vertes des plantes et favorisent par conséquent la formation des organes de réserve, tandis que les éclairements faibles déterminent au contraire l'utilisation des substances nutritives et accélèrent par conséquent la production des organes de vie active.

A vrai dire, les observations éparses dans nombre de travaux antérieurs permettaient déjà de formuler cette opinion, mais il convient de reconnaître que l'auteur a étudié la question d'une façon plus complète et plus méthodique que ses devanciers.

II. — Dans un autre ordre de recherches, M. Combes a étudié les conditions dans lesquelles se forment quelques-uns des pigments compris sous la désignation collective d'anthocyane.

Ces pigments, de couleur variée, peuvent se rencontrer dans presque tous les organes des plantes et leur constitution, certainement très diverse, est encore fort peu connue. En dehors de ceux qu'on remarque dans les fleurs ou les fruits, par exemple, l'attention s'est portée principalement sur la matière rouge à laquelle beaucoup de feuilles doivent leur coloration automnale.

Parmi les conditions extérieures qui déterminent l'apparition de l'anthocyane, l'alternance d'une vive lumière et d'une basse température joue un rôle prépondérant. On pouvait le pressentir en observant ce qui se passe chez les plantes alpines; mais ce sont surtout les expériences publiées par Overton, en 1899, qui en ont fourni la preuve. Cet observateur a constaté, en outre, un fait intéressant : à savoir que le phénomène du rougissement peut être provoqué par l'accumulation, dans les tissus de certaines plantes, de composés sucrés empruntés aux milieux de culture artificiels dans lesquels elles se développent. Un certain nombre de recherches microchimiques sur les feuilles de diverses plantes l'avaient également conduit à cette conclusion, que l'augmentation des sucres réducteurs coïncide avec le rougissement de ces organes.

L'action de la lumière sur les feuilles s'explique par l'accumulation d'hydrates de carbone solubles dus à l'activité chlorophyllienne ; celle du froid détermine la transformation de l'amidon en sucre ; en outre, elle entrave la migration des hydrates de carbone élaborés dans les feuilles. L'hypothèse d'Overton sur le rôle de ces derniers composés paraît donc tout à fait rationnelle, et les observations d'autres auteurs conduisent à la même conclusion.

L'anthocyane résulterait, tout au moins dans un grand nombre de cas, de la combinaison des sucres avec les tannins, opinion qui a trouvé un appui sérieux dans des travaux plus récents, dont les auteurs, et en particulier Mirande, Laborde, Palladine, considèrent en outre les corps tannoïques comme des corps chromogènes sur lesquels des oxydases porteraient leur action et développeraient la matière colorante.

M. Combes a pensé qu'il était bon de rechercher d'abord, par des dosages, si l'accumulation des sucres, constatée par Overton dans ses cultures artificielles en milieux additionnés de ces substances, existe aussi dans les conditions de rougissement naturel des feuilles; il a ensuite étudié les échanges gazeux, afin de voir si l'apparition de l'anthocyane s'accompagne de phénomènes d'oxydation. Sur ces deux points, il a confirmé, par des méthodes directes, les hypothèses ou observations antérieures.

Quelles que soient les causes qui déterminent l'apparition de l'anthocyane, les feuilles rouges renferment toujours une quantité de sucre et de glucosides plus élevée que les feuilles vertes du même individu. Il est donc permis d'en conclure à une relation étroite entre l'accumulation des composés sucrés et la formation du pigment rouge. D'autre part, la comparaison des quantités d'oxygène fixées par les feuilles pendant la formation du

pigment rouge, avec celles qui sont fixées par les feuilles vertes normales, montre que ces quantités sont plus élevées pour les premières que pour les secondes. Quant à l'énergie assimilatrice des feuilles rouges, elle se montre très inférieure à celle des feuilles vertes. La formation des pigments anthocyaniques semble donc toujours accompagnée d'une oxydation plus intense dans les tissus. Pendant la disparition de l'anthocyane, au contraire, telle qu'on l'observe dans les feuilles jeunes de certaines plantes au printemps, il y a augmentation dans la quantité d'oxygène dégagé normalement.

Ces résultats, tirés de l'étude des feuilles, fournissent une contribution intéressante à la connaissance des conditions dans lesquelles apparaissent quelques-uns des pigments anthocyaniques et, s'il reste encore beaucoup à faire dans ce genre de recherches, les expériences dont nous venons de rendre compte ont du moins l'avantage d'élucider certains points d'une vaste et difficile question.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX PHILIPEAUX.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Laveran, Henneguy; Dastre, Roux, rapporteurs.)

Le prix est partagé entre : Mme **Z. Gruzewska**, pour l'ensemble de ses travaux de Physiologie, et M. **Maurice Piettre**, pour son Ouvrage intitulé : *Recherches sur la bile.*

Mme **Z. Gruzewska** a présenté au jugement de la Commission des prix une série de travaux qui se rapportent à la physiologie du glycogène et de l'amidon ; à quelques points de l'action physiologique de l'adrénaline dans l'économie ; à la digestibilité des mannogalactanes ; à l'action hydrolysante de l'eau oxygénée sur les polysaccharides. Il y a là une série de 32 Notes ou Mémoires dont chacun apporte une nouvelle contribution plus ou moins importante à nos connaissances et qui témoignent d'un travail consciencieux et précis, dont l'utilité n'est pas contestable.

Les préparations que Mme Gruzewska a exécutées de glycogène pur, sous la direction de E. Pflüger (de Bonn), lui ont permis de revenir sur la détermination de quelques-unes des constantes physiques de cette substance. Elle a fait justice facilement de l'illusion des auteurs qui ont cru que la méthode cryoscopique permettait une détermination du poids moléculaire

de cette substance. Un autre point intéressant, c'est un nouveau procédé de déglycogénation complète des muscles d'un animal tel que le lapin, par les injections d'adrénaline, dans certaines conditions bien précisées.

Les recherches de Mme Gruzewska sur l'amidon ont un réel intérêt. Elles confirment d'ailleurs les travaux et les hypothèses de deux savants français, MM. Maquenne et Roux. Elle a, en effet, imaginé des moyens de séparer l'amylopectine de l'amylose, qui sont les deux constituants de l'amidon, qu'il devient possible d'étudier séparément.

Enfin, en étudiant l'action de l'eau oxygénée sur les polysaccharides, Mme Gruzewska constate qu'il se produit, en outre de l'oxydation, une hydrolyse de ces corps tout à fait comparable à celle que l'on obtient sous l'influence des diastases, dans la digestion. Au cours de ces digestions on peut séparer une nouvelle substance, une dextrose des mannogalactanes du caroubier.

M. **Piettre** a écrit tout un Livre sur la bile de l'homme et des animaux; aux travaux de ses devanciers il joint les siens qui sont considérables. Sa méthode de séparation des divers constituants de la bile donne des rendements excellents et lui a permis d'obtenir les acides biliaires à l'état de pureté. M. Piettre étudie l'action sur les animaux des divers principes immédiats retirés de la bile. Un des Chapitres les plus originaux de l'Ouvrage traite des pigments biliaires; l'auteur y montre qu'il entre dans la constitution de la bilirubine des groupes de la série grasse, ce qui lui fournit un argument de plus pour la rapprocher de l'hémoglobine de laquelle M. Vila et lui-même ont retiré des corps gras analogues.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX LALLEMAND.

(Commissaires : MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Laveran, Dastre; Henneguy, rapporteur.)

M. **Henri Piéron**, maître de conférences à l'École des Hautes Études, a adressé, pour le concours du prix Lallemand, une série de publications ayant trait à l'étude psychophysiologique de la mémoire, envisagée au sens large de l'influence persistante des événements passés, et un Ouvrage de synthèse, *l'Évolution de la mémoire*, où se trouvent condensés les résultats

de ses recherches personnelles et ceux d'un très grand nombre de travaux français et étrangers.

On peut ranger sous trois chefs principaux les résultats des études expérimentales de M. Piéron.

Tout d'abord il convient de signaler des recherches sur les persistances rhythmiques, bien connues chez les végétaux depuis les travaux de Pfeffer. Une telle persistance a été mise en évidence par M. Piéron, en collaboration avec M. Toulouse, en ce qui concerne la variation nycthémérale de la température chez l'Homme: le maximum et le minimum thermiques ne se déplacent, par suite de renversement des conditions de la vie, que peu à peu, à cause de la persistance du rhythme habituel pendant quelques semaines, et la même persistance se manifeste pour le nouveau rhythme acquis, lorsque se produit le retour aux conditions de la vie normale.

M. Piéron a recherché des persistances rhythmiques chez un grand nombre d'animaux inférieurs, sans toujours en rencontrer; il en a signalé un cas curieux chez un Insecte, le *Dixippus morosus*, Phasmide de l'Inde, qui s'immobilise durant le jour dans une attitude mimétique: à l'obscurité, l'attitude diurne continue quelque temps à être prise pendant à peu près le même nombre d'heures.

Une étude générale des rhythmes mnémoniques met en évidence ce fait intéressant que, à la différence des autres phénomènes de mémoire, l'intensité, c'est-à-dire la durée de la persistance induite, se montre très indépendante de la durée de la période inductrice, atteignant très vite une limite maxima qui n'est pas dépassée.

Une autre série de recherches intéressantes est relatvie aux phénomènes d'orientation, de *retour au nid*. L'auteur a montré combien, chez les Fourmis, il est nécessaire de tenir compte des différences spécifiques pour l'étude des mécanismes et combien il est imprudent de généraliser, comme on le fait trop souvent, des constatations particulières. Il a mis en évidence, pour la première fois, le rôle de la mémoire des mouvements effectués, de la mémoire kinésique ou musculaire suivant l'expression habituelle, rôle capital chez une espèce de Fourmi presque aveugle, le *Messer barbarus*, tandis que l'odorat joue un rôle prédominant chez d'autres espèces, comme les *Lasius*, ou la vue chez les *Formica*.

La mémoire kinésique est également d'une grande importance chez un Mollusque gastéropode. On a signalé depuis longtemps que la Patelle occupait sur les rochers une place fixe, qu'elle regagnait après ses déplacements nécessités par la recherche de la nourriture. Une étude prolongée et systématique du phénomène a montré à M. Piéron qu'il existe un sou-

venir du chemin parcouru, et, en outre, une connaissance sensorielle du relief, en particulier pour l'emplacement adopté par l'animal et ses environs immédiats, connaissance fournie par l'exploration tactile des petits tentacules palléaux.

Enfin l'auteur poursuit une étude générale de l'évolution du phénomène mnémonique dans ses phases d'établissement, d'état et d'évanouissement, et il a communiqué encore récemment de nouveaux résultats à l'Académie sur ce sujet.

Il s'est adressé d'une part à l'Homme, d'autre part à des Mollusques gastéropodes, Littorines et Limnées. Il a montré que la fixation d'une trace mnémonique continue à s'opérer, après la cessation de l'excitation inductrice, en une période croissante de longueur très variable, puis que, après une période d'état, il se produit une décroissance suivant une courbe qui peut s'interpoler par une équation logarithmique. Les courbes d'évanouissement paraissent avoir une forme très constante, et, en particulier, la même formule d'interpolation s'applique aussi bien à l'Homme qu'à la Limnée.

Le prix Lallemand est généralement attribué à des travaux de morphologie, de physiologie ou de pathologie sur le système nerveux ; rarement des études relatives aux phénomènes psychologiques sont adressées à ce concours. Les travaux de M. Piéron ont attiré l'attention de votre Commission qui a pensé qu'il y avait lieu d'encourager et de récompenser des recherches entreprises dans une voie peu suivie jusqu'ici ; aussi accorde-t-elle à M. **Piéron** le prix Lallemand pour l'année 1911.

La Commission accorde en outre :

Une mention très honorable à M. **Maurice Brissot**, pour son Ouvrage intitulé : *L'aphasie dans ses rapports avec la démence et la vésanie.*

Une mention honorable à M. **J. Lévy-Valensi**, pour son Ouvrage intitulé : *Le corps calleux : Étude anatomique physiologique et clinique.*

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX POURAT.

1° Prix de 1909 prorogé à 1911. Question posée : *De l'origine des antiférents.*

Le prix n'est pas décerné.

2° Prix de 1911. Question posée : *Influence des éléments minéraux et en particulier du calcium, sur l'activité des diastases digestives.*

Le prix n'est pas décerné.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

(Commissaires : MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Darboux, Poincaré, Carnot, Alfred Picard; auxquels ont été adjoints MM. Léon Labbé, Tisserand.)

Rapport d'ensemble fait, au nom de la Commission,
par M. **de Freycinet**, président.

La Commission pour le prix Montyon (Statistique, concours de 1911) a été saisie de cinq Ouvrages, savoir :

1. *De tout un peu. Statistiques,* 1 vol in-8°, par M. Charles Heyraud;

2. *Mécanisme historique actuariel et financier de la loi des Retraites ouvrières et paysannes*, 1 vol. in-8°, par M. René Risser;

3. A. *Assurances contre les accidents : Questions techniques et d'organisation pratique*, 1 vol. in-8°; B. *Assurances sur la vie : De quelques problèmes relatifs aux opérations viagères*, une brochure in-8°, par M. H. Goury;

4. *Monographie sur l'état actuel de l'industrie du froid en France*, 1 vol. in-4°, par M. J. de Loverdo;

5. *Étude kiométrique des akènes de Fagopyrum*, Mémoire manuscrit de 110 pages de texte, tableaux et diagrammes, et analyse, 6 feuilles, par M. Em. Miège.

La Commission a dû tout d'abord éliminer du concours, comme ne rentrant pas dans le cadre du prix Montyon, deux Ouvrages d'une réelle valeur intrinsèque, n°s 3 et 4. Elle a reconnu que, quel que fût l'intérêt des questions traitées, la Statistique proprement dite n'y occupait pas une place suffisante. L'examen comparatif s'est donc concentré sur les Ouvrages 1, 2 et 5.

Après une discussion approfondie, la Commission a décidé :

1° D'attribuer le prix annuel de 1000^{fr} à M. **Risser**, auteur de l'Ouvrage n° 2, suivant le Rapport ci-après de M. A. Picard;

2° D'accorder une mention, avec allocation de 500^{fr}, à M. **Heyraud**, auteur de l'Ouvrage n° 1, suivant le Rapport également ci-après de M. Haton de la Goupillière.

La Commission soumet ces résolutions à l'approbation de l'Académie.

Mécanisme historique, actuariel et financier de la loi sur les retraites ouvrières et paysannes, par M. R. Risser.
Rapport de M. **Afred Picard.**

M. **René Risser**, ancien élève de l'École Polytechnique, actuaire du Ministère du Travail, membre agrégé de l'Institut des Actuaires français, soumet au jugement de l'Académie, pour l'attribution du prix Montyon de Statistique (1911), un Ouvrage intitulé *Mécanisme historique, actuariel et financier, de la loi des retraites ouvrières et paysannes.*

L'auteur ne se borne pas à examiner la loi dans sa forme définitive. Il en expose la genèse, montre l'évolution qu'ont subie les conceptions initiales pour aboutir au texte voté par les Chambres.

Comme l'une des pensées premières était de proportionner les contributions patronales et les versements des ouvriers au montant des salaires, il cherche avant tout à établir d'une manière aussi précise que possible la rémunération actuelle du travail. Ses investigations portent ensuite sur le coût de la vie, dont le rapprochement avec les salaires permet seul d'apprécier les facultés contributives des assurés. Même dans le système des versements fixes qui a prévalu, les recherches auxquelles se livre l'auteur gardent leur utilité à titre de justification des chiffres adoptés. Toute cette partie du Livre est particulièrement intéressante au point de vue statistique et appartient sans conteste au domaine des études destinées à être récompensées par le prix Montyon.

L'Ouvrage, méthodiquement ordonné, se divise en neuf Chapitres :

Chapitre I. — Recherche d'échelles de salaires.
Chapitre II. — Coût de la vie.
Chapitre III. — Renseignements techniques, statistiques et financiers.
Chapitre IV. — Répartition; capitalisation.
Chapitre V. — Projet du 23 février 1906.

Chapitre VI. — Projet de loi sur les retraites ouvrières en corrélation avec l'Assistance. Projet de juin 1908.

Chapitre VII. — Projet de la Commission sénatoriale et projet du Gouvernement du 14 janvier 1909.

Chapitre VIII. — Modifications et idées nouvelles présentées au cours de la discussion au Sénat sur les retraites ouvrières. Leur répercussion sur les éléments statistiques et financiers.

Chapitre IX. — Loi du 5 avril 1910.

Dans ses supputations du Chapitre premier, concernant la rémunération du travail, M. Risser passe successivement en revue quatre catégories de travailleurs : 1° ouvriers et employés de l'industrie, du commerce et des professions libérales; 2° ouvriers et employés de l'agriculture et des forêts; 3° fermiers et métayers; 4° domestiques attachés à la personne.

Il prend pour base de nombreux documents, tels que : la publication de l'Office du travail sur les salaires et la durée du travail dans l'industrie française (1892-1896); l'enquête sur les salaires de la grande, de la moyenne et de la petite industrie en Belgique (1896); la statistique de l'industrie minérale; des états fournis par les Conseils de prud'hommes; l'enquête agricole décennale de 1892; les rapports du jury de l'exposition universelle de 1900; les travaux des Commissions départementales constituées en 1904 pour la fixation des salaires des cantonniers d'après celui des ouvriers agricoles; le traité de M. Beauregard sur la théorie du salaire.

Ses déductions impliquent nécessairement des hypothèses parfois discutables; elles n'en sont pas moins toujours échafaudées avec un soin et une conscience irréprochables.

Il arrive à des échelles de salaires, qui devraient être généralement majorées de 5 pour 100, eu égard à la hausse survenue depuis l'époque pour laquelle elles ont été dressées.

En ce qui concerne le coût de la vie (Chap. II), les sources des évaluations de M. Risser sont variées, mais peu abondantes. Citons les suivantes : budgets de familles coordonnés d'après Le Play par MM. Cheysson et Focqué (1890); études de M. Marcoussem, « Le Charpentier à Paris » et « Le jouet parisien »; budgets de quatorze familles, communiqués à l'Office du travail par un industriel du département de l'Oise; enquête belge de 1900; recherches de l'Office du travail; renseignements fournis par les Conseils de prud'hommes et par les maires des chefs-lieux de département (1892); études relatives à quelques pays étrangers; analyses de

M. Levasseur sur le coût de la vie; analyse par M. March de renseignements communiqués en 1907 à l'Office du travail et émanant de syndicats ouvriers; documents réunis par l'Administration des Contributions directes et par les Compagnies d'assurances, propriétaires d'immeubles, au sujet du prix des loyers; enquête du Board of trade anglais sur les salaires et le coût de la vie pour les ouvriers de certaines professions en Angleterre, en Allemagne, en France et en Belgique.

Plusieurs propositions énoncées par l'auteur méritent d'être reproduites :

1° Les frais de subsistance varient moins que les salaires;

2° Le budget de la famille ouvrière n'a qu'une élasticité restreinte. Cette élasticité est d'autant moindre que l'ouvrier doit se préoccuper non seulement de la retraite, mais de l'assurance contre la maladie et de la réserve nécessaire à l'entretien de la famille pendant les périodes de chômage;

3° De 1878-1880 à 1900, une diminution s'est produite dans le coût de la vie;

4° Depuis le début du XIXe siècle, le revenu a augmenté sensiblement plus que le prix d'un même genre de vie;

5° Si l'équilibre du budget de la famille d'un ouvrier est possible, les ouvrières ont une situation beaucoup plus précaire;

6° Les renseignements font défaut pour les budgets des familles d'ouvriers agricoles;

7° Parmi les combinaisons envisagées au cours de l'élaboration de la loi, celle qui imposait aux ouvriers un prélèvement de 2 pour 100 sur les salaires eût chargé outre mesure leur budget. A la vérité, les ouvriers ayant un salaire annuel inférieur à 450^{fr} étaient exonérés; mais il en serait résulté une charge excessive pour le Trésor.

Jusqu'en 1906, les devis financiers relatifs aux différents projets de lois sur les retraites ouvrières avaient été faits au moyen du recensement de 1896. Pour les projets ultérieurs, on s'est servi des données beaucoup plus complètes du recensement de 1901. Le Service de la Statistique a, en particulier, effectué un classement par sexe et par groupes d'âge des employés et ouvriers réguliers et irréguliers, des ouvriers à domicile, des petits patrons travaillant isolément, des petits patrons d'établissements n'occupant aucun salarié, des patrons d'établissements n'occupant que des membres de leur famille. M. Risser reproduit les Tableaux récapitulatifs ainsi établis (Chap. III).

L'auteur indique que, faute d'une Table de mortalité plus exacte, il a

fallu recourir à celle de la Caisse nationale des retraites de la vieillesse (1886). Cette caisse a une clientèle de petits patrons, d'employés et ouvriers de grandes entreprises industrielles et commerciales, dont la mortalité est certainement un peu inférieure à la mortalité d'ensemble de la population ouvrière française. Les charges réelles ont donc été légèrement majorées.

Se référant à une statistique professionnelle anglaise publiée en 1897, M. Risser fait voir combien certaines professions insalubres et dangereuses amènent rapidement une incapacité permanente et absolue de travail, ce qui justifie les dispositions introduites dans la loi au profit des ouvriers victimes d'une telle incapacité.

Il explique le calcul des rentes à capital aliéné ou à capital partiellement réservé, ainsi que la faculté ouverte aux assujettis, quand la retraite en cours d'acquisition dépasse un chiffre déterminé, d'affecter la valeur en capital du surplus, soit à une assurance en cas de décès, soit à l'acquisition d'une terre ou d'une habitation qui deviendra inaliénable et insaisissable.

Le taux d'intérêt est provisoirement celui de 3 pour 100; il résultera ensuite du taux effectif des placements de fonds faits par les caisses admises à effectuer le service des retraites. En même temps que l'expérience permettra de rectifier le taux provisoire d'intérêt, elle donnera les éléments de Tables de mortalité nouvelles et de Tables d'invalidité.

Dans le Chapitre IV, l'auteur compare les deux systèmes de la répartition et de la capitalisation, en expose les avantages et les inconvénients respectifs. C'est une question connue; je n'y insiste pas. Seul, le système de la capitalisation était acceptable. Des indications de l'Ouvrage, je retiens seulement que M. Risser évalue à 10 milliards environ les capitaux réunis, en régime normal, dans les caisses de retraites ouvrières.

Le Chapitre IV se termine par quelques développements sur les capitaux représentatifs des allocations viagères de l'État.

M. Risser consacre les Chapitres V à VII au commentaire technique, au calcul des résultats financiers et à la critique des projets ci-après énumérés : projet du 23 février 1906 voté par la Chambre des députés, après de très longs débats; projet de juin 1908, allégeant l'effort financier trop considérable que le précédent exigeait de l'État; projet de la Commission sénatoriale; projet remis, le 14 janvier 1909, à cette Commission par les Ministres du Travail et des Finances. Il met en lumière et discute les idées nouvelles formulées devant le Sénat lors des délibérations qui s'engagèrent au

mois de novembre 1909. Enfin il termine par la loi du 5 avril 1910 et évalue les dépenses du premier exercice.

Cette partie de l'Ouvrage ne se prête point à une analyse sommaire et doit être lue *in extenso*. L'auteur y applique les principes posés et les données statistiques contenues dans la première partie.

Le Livre soumis au jugement de l'Académie atteste la science d'actuaire de M. **Risser**, son habileté et sa perspicacité de statisticien. Il est le fruit d'un long et très consciencieux labeur.

Je propose de récompenser l'auteur par l'attribution du prix Montyon de 1000fr.

Rapport de M. **Haton de la Goupillière** *sur le Volume de M.* Charles Heyraud *intitulé : « De tout un peu ».*

M. **Charles Heyraud** a présenté au concours de 1911 un volume in-8° de 275 pages et d'une impression très serrée, intitulé : *De tout un peu.* Cet Ouvrage comprend deux parties distinctes : un discours intensif qui en occupe un peu plus du quart, et pour le reste une série de Tableaux numériques.

Le but que s'est proposé l'auteur est exposé dans le préambule avec beaucoup de franchise, de courage et de netteté. Frappé des multiples difficultés ou dangers, des ordres les plus divers, qui menacent la France, il en étudie toutes les faces avec une grande précision et beaucoup de vigueur; sans craindre de dire à toutes les classes sociales et aux diverses écoles économiques leurs vérités nécessaires, en vue de leur meilleur acheminement vers le salut général.

La seconde partie groupe ensuite, dans des divisions qui correspondent à celles du discours préliminaire, un nombre vraiment énorme de Tableaux numériques, recueillis aux meilleures sources, en vue d'éclairer les assertions précédentes en les appuyant sur de solides bases.

L'impression qui se dégage de cette lecture est celle d'un grand labeur, conduit avec méthode et beaucoup d'intelligence à travers d'innombrables lectures, et mis en œuvre par un esprit distingué et un cœur généreux. Ce Volume mériterait d'être très répandu, et il ne peut qu'exercer la plus utile influence.

A n'envisager que sa valeur absolue, votre rapporteur le juge parfaitement digne d'un prix Montyon de Statistique. Toutefois, si le concours de cette année suscitait un concurrent irrésistible, nous insisterions pour obte-

nir en faveur de M. **Heyraud** la mention honorable de 500^{fr} qui se trouve comprise parmi les récompenses mises par l'Académie à la disposition de sa Commission.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Grandidier, Poincaré, Émile Picard, Guyou, Bouvier; Gaston Darboux, rapporteur.)

Le nombre et la nature des travaux présentés au Concours justifieraient, s'il était nécessaire, la décision de l'Académie qui décida, il y a quelques années, de créer sur les fonds Binoux un prix destiné à récompenser les recherches relatives à l'histoire des Sciences. Réservant quelques-uns des ensembles présentés pour les concours ultérieurs, votre Commission vous propose à l'unanimité de partager le prix entre :

M. **Antonio Favaro**, pour la publication des Œuvres de Galilée, et M. **Edmond Bonnet** pour ses Notes et Mémoires relatifs à l'histoire des Sciences.

Elle émet le vœu que la valeur de chacun de ces deux prix soit portée à 1500^{fr}.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Gabriel Lippmann, Gaston Darboux, Ph. van Tieghem.)

Sur la proposition de son Bureau, l'Académie décerne des médailles

Berthelot aux lauréats des prix de Chimie, qui ne l'ont pas encore obtenue: MM. **Darzens**, **Tiffeneau**, **Tissot**, **André Wahl**, **Louis Hackspill**, **Richard**.

PRIX GEGNER.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Gabriel Lippmann, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Bornet; Gaston Darboux, rapporteur.)

Ce prix, d'une valeur de *trois mille huit cent francs*, est porté pour cette année à *quatre mille francs*. Le prix est attribué à M. **J.-H. Fabre**, Correspondant de l'Académie.

PRIX TRÉMONT.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Gabriel Lippmann, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Bornet; Gaston Darboux, rapporteur.)

Le prix est attribué à M. **Charles Frémont**.

PRIX LANNELONGUE.

(Commissaires : MM. Armand Gautier, Gabriel Lippmann, Ph. van Tieghem, Émile Picard, Bornet; Gaston Darboux, rapporteur.)

Les arrérages de cette Fondation, due à la libéralité de M. le Professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sont partagés entre M[me] **Cusco** et M[me] **Rück**.

PRIX WILDE.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Lippmann, Émile Picard, Violle; Poincaré, Gastou Darboux, rapporteurs.)

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **Stefanik**, qui a rendu de grands services par ses observations à l'Observatoire du mont Blanc; a fondé à ses frais un Observatoire à Taïti; a observé le passage de la comète de Halley sur le Soleil; a observé la dernière éclipse de Soleil dans les îles Tonga.

Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. **A. Trillat**, Chef de Laboratoire à l'*Institut Pasteur*, pour l'ensemble de son Œuvre scientifique et plus particulièrement pour ses travaux *sur l'aldéhyde formique*.

L'Académie adopte la conclusion de ces Rapports.

PRIX LONCHAMPT.

(Commissaires : MM. Bouchard, Roux, Prillieux, Laveran, Dastre, Mangin ; Guignard, rapporteur.)

Parmi les nombreux travaux publiés, depuis quinze ans, sur la Physiologie végétale par M. **Mazé**, chef de laboratoire à l'Institut Pasteur, il en est plusieurs qui, par leur nature, répondent aux conditions du prix Lonchampt : ce sont ceux qui portent sur la nutrition minérale des végétaux supérieurs et des microbes, envisagée comme un moyen d'investigation pour élucider quelques processus physiologiques de la cellule vivante et pour en tirer des applications pratiques dans le domaine de l'agriculture et des industries de fermentation. Ces travaux peuvent être groupés sous trois titres différents.

1. *Assimilation des sels ammoniacaux.* — On sait la place que tiennent les engrais minéraux en agriculture et l'influence qu'ils exercent sur le rendement des récoltes.

En ne considérant que les nitrates et les sels ammoniacaux, M. Mazé s'est demandé, après beaucoup d'autres savants, si ces derniers sels peuvent fournir à la plante l'azote nécessaire à son développement complet. Il résout la question d'une façon affirmative, à l'aide de cultures faites d'une façon aseptique en milieu liquide et dans des conditions expérimentales à l'abri des objections qu'on pouvait encore élever contre les expériences antérieures. La nitrification de l'ammoniaque, phénomène très général dans la nature, accomplie par les ferments nitrifiants, ne constitue donc pas une condition préalable, indispensable pour assurer l'alimentation azotée des végétaux supérieurs. L'auteur constate que les sels ammoniacaux, tels que le sulfate, le phosphate, le chlorure d'ammonium, sont assimilés par le Maïs au même titre que les nitrates; mais, à dose élevée, ils exercent une influence nocive, et c'est par là, sans doute, que s'explique l'infériorité de l'ammoniaque sur l'acide nitrique que l'on a souvent observée dans la pratique agricole.

L'absorption des substances salines a conduit ensuite M. Mazé à reprendre la question de l'exosmose par les racines, dont l'existence n'est généralement pas admise par les physiologistes. Il croit pouvoir conclure, au contraire, qu'elle est la règle chez les végétaux supérieurs. L'exosmose radiculaire ne s'exercerait pas seulement vis-à-vis des composés minéraux, mais

aussi à l'égard des substances organiques, sucres, acide malique, etc. Elle représenterait un mécanisme de défense contre l'accumulation des matières minérales inutilisables et, en même temps, un moyen dont la plante dispose pour modifier à chaque instant la fertilité du sol, en raison des propriétés dissolvantes des bases et des acides excrétés.

2. *Dénitrification.* — On sait que l'acide nitrique, absorbé par les végétaux supérieurs, n'est pas incorporé tel quel; l'azote nitrique est réduit et passe à l'état d'ammoniaque. La transformation de l'acide nitrique en ammoniaque suppose nécessairement une réduction progressive de l'azote oxydé avec formation de termes de passage. Chez les végétaux supérieurs, ces termes de passage ne se rencontrent jamais à l'état libre. Par contre, les bactériologistes ont montré que beaucoup de microbes décomposent les nitrates avec formation de produits intermédiaires, tels que l'acide nitreux, le protoxyde d'azote et enfin l'azote libre. Ils considèrent la dénitrification comme une fermentation destinée à fournir aux microbes aérobies l'oxygène qui leur fait défaut dans les milieux nutritifs privés d'air.

M. Mazé a rattaché la dénitrification au processus général de la nutrition azotée des microbes, des champignons et des végétaux supérieurs. En utilisant des milieux minéraux pour la culture des microbes et des plantes plus élevées, il a montré que les microbes dénitrifiants les plus actifs assimilent l'azote nitrique bien plus rapidement dans les milieux aérés que dans les milieux privés d'air; que les végétaux supérieurs, qui assimilent les nitrates, sans donner naissance à des corps intermédiaires, peuvent décomposer, dans des conditions déterminées, les nitrates avec production d'acide nitreux, de protoxyde d'azote, azote et oxygène libre. L'acide nitreux, formé dans la dénitrification, est également un aliment azoté des microbes et des végétaux supérieurs.

3. *Formation des acides organiques.* — Certains Champignons, désignés sous le nom de *Citromyces* et appartenant par leurs caractères morphologiques au genre *Penicillium*, peuvent produire de l'acide citrique, quand on les cultive dans divers liquides sucrés. M. Mazé a montré que la formation de cet acide résulte d'une combustion respiratoire incomplète ; il représente un produit de désassimilation des matières albuminoïdes du protoplasme. Il n'y a pas, en effet, comme on l'avait cru d'abord, que la disette d'azote qui provoque la mise en liberté de ce corps ; on peut le faire apparaître en réduisant ou en supprimant l'un des éléments minéraux indispensables au développement des *Citromyces*.

Ce fait a été mis en évidence d'une façon frappante par des cultures sur liquide Raulin additionné de glucose. L'activité d'un élément se traduit non seulement par le rendement variable en poids du végétal formé, mais aussi par la production plus ou moins abondante d'acide citrique, à condition que la solution nutritive renferme un grand excès de sucre ou d'un aliment carboné supérieur à l'acide citrique. Pour assurer la production de ce dernier composé et, d'une manière générale, la formation des acides organiques et des produits de désassimilation ternaires, chez les microbes et chez les autres végétaux, il suffit de supprimer un ou plusieurs éléments minéraux nécessaires au développement de la plante, ou d'en réduire la proportion par rapport au sucre ou tout autre aliment carboné plus assimilable que le corps formé. On voit par là comment l'étude d'un cas particulier a pu conduire à des aperçus d'une portée générale.

Les diverses recherches dont il vient d'être question ont été exécutées avec beaucoup de sagacité; elles témoignent, de la part de leur auteur, d'une grande habileté dans l'étude des questions les plus délicates de la Physiologie végétale.

La Commission propose de décerner le prix Lonchampt à M. **Mazé**.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX SAINTOUR.

(Commissaires : MM. Jordan, Boussinesq, Lippmann, Poincaré, Émile Picard, Appell; Gaston Darboux, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Jules Drach**, professeur à l'Université de Toulouse, pour ses études *sur les groupes de rationalité des équations différentielles et l'application qu'il en a faite à la détermination des lignes de courbure de la surface des ondes et des lignes asymptotiques de la surface du troisième ordre.*

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX FANNY EMDEN.

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Perrier, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre ; Delage, rapporteur.)

Ce nouveau prix biennal, d'une valeur de *trois mille francs*, fondé par Mlle Juliette de Reinach, est destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal.

Après examen attentif de la question délicate soumise au jugement de la Commission, celle-ci a décidé de ne pas décerner le prix. Il lui a semblé, en effet, que le prix ne pouvait être attribué qu'à un travail faisant connaître des faits nouveaux et surtout donnant de ces faits des preuves absolument incontestables. On ne saurait, en effet, se montrer trop exigeant sur ce point, car c'est précisément parce qu'elle est encombrée d'une masse énorme d'expériences qui seraient capitales si elles étaient complètement démontrées, mais qui prêtent le flanc aux objections les plus sérieuses ; c'est pour cette raison, dis-je, que la science que voudrait encourager la fondatrice du prix est tombée dans un certain discrédit.

Cependant, parmi les nombreux auteurs qui ont envoyé leurs Ouvrages en vue d'obtenir le prix, la Commission en a retenu deux qui, sans échapper au reproche général formulé ci-dessus, lui ont paru mériter une récompense.

Elle propose d'attribuer, à titre d'encouragement, une somme de 1000 francs à M. **Ochorowicz** et une somme de 2000 francs à M. **Boirac**.

M. **Boirac**, dans son Ouvrage sur la *Psychologie inconnue*, a fait une très louable tentative, en grande partie couronnée de succès, pour mettre en ordre et soumettre à une classification méthodique ces phénomènes de la *Psychologie inconnue* qu'il divise en hypnoïdes, magnétoïdes et spiritoïdes. Malheureusement, déjà dans cette partie de l'Ouvrage, on sent trop les habitudes d'esprit du philosophe qui résout les problèmes par des arguments de pure logique, sans se soucier suffisamment du contrôle expérimental.

Dans la partie expérimentale de son travail, l'auteur montre un souci constant de n'employer que des méthodes à l'abri de tout reproche. Il fait tout son possible pour éviter de dicter au sujet ses réponses par des sugges-

tions involontaires. Mais, à notre sens, cela ne suffit pas ; et lorsqu'on a réussi, seul ou avec son entourage habituel, ou même en présence de personnes qui ne demandent qu'à se laisser convaincre, des expériences qui vont à l'encontre des données physiques et physiologiques les mieux établies, il est absolument nécessaire, si l'on veut qu'elles passent définitivement dans la Science, de les faire contrôler par des savants connaissant par profession les exigences des expériences rigoureuses (physiciens, physiologistes, médecins), d'accepter toutes les conditions de sécurité qu'il leur plaira d'imposer, et de répondre à toutes les objections qu'ils pourront faire. C'est ce que n'a pas fait M. Boirac, et c'est pour cela que nous ne saurions considérer comme définitivement acquises à la Science ses très remarquables expériences, dont nous rappellerons ici seulement une ou deux.

Si l'on approche du sujet, qui a les yeux bandés et autour duquel on observe le plus rigoureux silence, les doigts étendus de la main droite, à une distance de 8^{cm} à 10^{cm}, la partie du corps visée se déplace vers la main de l'opérateur. Si c'est la main gauche, rien de tel, mais il y a une sensation de picotement.

Autre expérience : l'opérateur et le sujet ont tenu dans la main chacun un verre plein d'eau ; les deux verres sont placés l'un près de l'autre sur une table et les deux personnes sont loin l'une de l'autre aux extrémités d'une même salle. Le sujet a d'ailleurs les yeux bandés et l'on observe le plus rigoureux silence. Si alors on vient à pincer, piquer, frapper l'opérateur, le sujet n'éprouve rien ; mais si l'on établit entre les deux verres une communication par un fil métallique plongeant dans l'un et dans l'autre, le sujet se plaint de ressentir tout ce qu'on fait éprouver à l'opérateur par les moyens ci-dessus. Les deux verres auraient conservé chacun une partie de la sensibilité extériorisée de celui qui les a tenus dans la main.

Si M. **Boirac** arrive à rendre de pareilles expériences incontestables pour les savants les plus sceptiques et les plus exigeants, il aura mérité mieux encore que le prix, dont nous ne pouvons lui attribuer aujourd'hui qu'une partie, sous forme d'encouragement.

Dans son travail sur la *Suggestion mentale*, M. **Ochorowicz** explique qu'après avoir nié ce mode de suggestion, en raison de l'insuffisance des arguments et expériences mis en avant pour la démontrer, il est arrivé à y croire à la suite d'observations et d'expériences personnelles qui lui ont paru démonstratives. Ces expériences sont très nombreuses et souvent pleines d'intérêt, mais il ne nous a pas semblé qu'aucune d'entre elles fût

suffisamment rigoureuse pour entraîner la conviction, en dépit de la sincérité évidente de l'auteur et de ses louables efforts pour éviter toute supercherie. Il propose, pour expliquer la suggestion mentale, une théorie touffue, ingénieusement élaborée, mais étayée malheureusement sur des arguments de valeur contestable et sur des raisonnements dont l'insuffisance est manifeste. Malgré ses défauts, son Livre reste une œuvre magistrale, dont auront à tenir compte tous ceux qui, ultérieurement, aborderont les mêmes questions.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX PIERSON-PERRIN.

(Commissaires : MM. Boussinesq, Lippmann, Amagat, Vieille, Villard, Lecornu; Violle, rapporteur.)

Le prix est décerné à M. **Henri Pellat**, récemment décédé, pour l'ensemble de ses travaux.

PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences mathématiques).

(Commissaires : MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert; Gaston Darboux, rapporteur.)

La Commission, à l'unanimité, propose d'attribuer le prix à M. **Jules Tannery**, de son vivant Membre de l'Académie et sous-directeur de l'École Normale supérieure, pour l'ensemble de ses travaux.

L'Académie adopte cette proposition.

PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences naturelles).

(Commissaires : MM. Guignard, Michel Lévy, Roux, Bouvier, Dastre, Termier; Douvillé, rapporteur.)

La Commission du prix Petit d'Ormoy vous propose à l'unanimité de décerner le prix à M. **Depéret**, doyen de la Faculté des Sciences de Lyon et votre correspondant depuis 1898.

M. Depéret professe la Géologie depuis 1886; après un court séjour à la Faculté de Marseille, il a été nommé à Lyon en 1889. Dès le commencement de ses études, il a dirigé son effort vers la connaissance des terrains tertiaires du sud-est de la France; il en a exploré une grande partie soit directement, soit par ses élèves, et il en a dressé la carte pour l'exécution de la Carte géologique détaillée de la France. Mais il ne suffisait pas d'établir rigoureusement la succession des diverses assises, il fallait encore fixer leur correspondance avec les autres bassins de manière à reconstituer l'histoire de chacune de ces périodes géologiques. Les terrains néogènes avaient été dans le bassin de Vienne l'objet d'une étude magistrale; pour se raccorder avec lui, M. Depéret entreprend un long voyage d'études comparatives le long de la chaîne des Alpes par la Suisse, le duché de Bade, le Wurtemberg, l'Autriche, la Hongrie et enfin l'Italie du Nord. Il établit ainsi d'une manière qui peut être considérée comme définitive l'équivalence des assises dans ces diverses régions; il montre que le premier étage méditerranéen de Suess correspond aux mollasses inférieures du bassin du Rhône et aux faluns du Bordelais, et il propose pour cet étage le nom de Burdigalien. Le deuxième étage méditerranéen du même auteur vient se paralléliser avec l'Helvétien-Tortonien; c'est le Miocène moyen, tandis que le Miocène supérieur ou Pontien est caractérisé dans tous ces bassins par une régression marine très accentuée; la Méditerranée n'occupe plus qu'une zone très réduite du côté de l'Algérie, partout ailleurs on n'observe que des dépôts lacustres ou des formations continentales, caractérisées par la faune de Pikermi.

Une nouvelle transgression marine correspond à l'époque pliocène dont les dépôts sont compris dans le bassin du Rhône entre deux couches à Congéries très différentes de celles du bassin de Vienne qui sont miocènes.

A cette période pliocène se rattachent les formations de la Bresse dont M. Depéret a publié une monographie complète en collaboration avec M. Delafond.

Ces études de détail et d'ensemble sur les terrains néogènes devaient être à la fois stratigraphiques et paléontologiques : celles-ci ont été poursuivies avec autant de persévérance et de succès que les premières. Fontannes avait déjà montré le rôle important joué par les Pectinidés dans le Tertiaire marin du bassin du Rhône, M. Depéret entreprend une monographie complète de cette famille et il en a déjà publié une notable partie accompagnée de planches nombreuses.

Mais les Vertébrés surtout ont attiré son attention; leur intérêt est consi-

dérable, soit au point de vue pratique de la détermination rigoureuse de l'âge des assises, soit au point de vue plus philosophique d'établissement des phases successives de leur évolution. Ces fossiles sont souvent considérés comme un peu exceptionnels, c'est en réalité qu'ils se rencontrent dans des gisements spéciaux où par contre ils sont souvent accumulés en grande quantité; des travaux de fouille sont alors nécessaires pour les mettre au jour. De nombreuses recherches de cette nature ont été menées à bonne fin par M. Depéret, et chaque année il a consacré à leur exécution une partie notable des ressources dont il pouvait disposer. Secondé par un préparateur habile qu'il avait formé et par ses élèves, il a pu ainsi réunir, dans son laboratoire de la Faculté des Sciences, une collection des Vertébrés du sud-est de la France aussi remarquable par sa richesse que par la belle conservation des échantillons.

Il a ainsi reconstitué les trois faunes successives de l'Éocène, représentées par des pièces tout à fait remarquables parmi lesquelles nous signalerons les crânes de plusieurs espèces de *Lophiodon* et un squelette complet du *Palæotherium magnum*. La faune oligocène est tout aussi bien caractérisée avec ses *Rhinoceros* à cornes latérales de type américain, ses *Ancodus* et ses *Diplobune*.

Dans le Miocène je citerai encore les belles pièces de *Brachyodus* des niveaux inférieurs, séparés des *Anthracotherium* pour être rapprochés des *Ancodus*, puis la reconstitution du squelette du *Macrotherium* de la Grive Saint-Alban qui a permis de démontrer que ce type n'était pas un Édenté, mais un Pachyderme devenu fouisseur. Enfin le Miocène supérieur ou Pontique a été retrouvé sur la colline même de la Croix-Rousse, à Lyon.

Les Vertébrés du Pliocène du Roussillon avaient été l'objet d'un des premiers travaux de M. Depéret, et cette faune peut être considérée comme typique pour le Pliocène ancien; parmi les faits nouveaux signalés dans cette monographie, on peut signaler la découverte d'un grand Singe, le *Dolichopithecus*, du groupe des Semnopithèques, d'un *Hipparion* pliocène et d'une Tortue gigantesque à affinités sud-africaines.

Ces matériaux, tous réunis par M. Depéret et étudiés par lui, ont été supérieurement préparés et montés; ils occupent plusieurs salles de la Faculté des Sciences de Lyon et constituent une collection véritablement unique.

Nous avons vu que, dans ses recherches stratigraphiques, M. Depéret s'était efforcé de tirer de ses études de détail des conséquences générales. Il a fait de même pour ses travaux de Paléontologie et il a cherché à les syn-

thétiser dans un Ouvrage de vulgarisation, intitulé : *Les transformations du monde animal*. Soit qu'on partage ou qu'on repousse les idées de l'auteur, ses conclusions n'en sont pas moins très intéressantes à examiner, puisqu'elles sont le résultat d'études nombreuses et approfondies.

M. Depéret, je n'ai pas besoin de le dire, est transformiste ; il admet avec Waagen et Neumayer l'existence de séries phylétiques constituées par une succession de mutations peu différentes les unes des autres, mais qui, par l'accumulation même de ces variations, arrivent à différer beaucoup des types primitifs. L'ensemble des êtres se trouve ainsi constitué par un faisceau d'innombrables rameaux phylétiques qui évoluent parallèlement et sans se confondre pendant une série plus ou moins longue de périodes géologiques. L'auteur insiste particulièrement sur deux points : sur la nécessité d'établir les rameaux phylétiques d'une manière tout à fait rigoureuse, de sorte qu'ils correspondent bien à une descendance réelle, et en second lieu sur ce fait très intéressant que les progrès de la Science arrivent à reculer de plus en plus l'origine de ces rameaux.

Ceux-ci possèdent une individualité marquée et leur développement s'effectue conformément aux vues du grand naturaliste américain Cope : chaque rameau commence par de petites formes et aboutit avec une vitesse variable à des formes de grande taille et à caractères très spécialisés qui s'éteignent sans laisser de descendants. Lorsqu'un rameau disparaît ainsi par extinction, ajoute M. Depéret, il est pour ainsi dire relayé par un autre rameau à évolution jusque-là plus lente, qui traverse à son tour les phases de maturité et de vieillesse qui doivent le conduire à sa fin.

Si on laisse de côté la question de taille qui ne pouvait guère s'appliquer qu'aux Vertébrés, le reste des conclusions paraît bien d'une application générale.

Mais comment les nouveaux rameaux prennent-ils naissance? Par divergence, résultant d'une variation latérale, dit M. Depéret. Elle peut se produire soit lentement par un isolement géographique prolongé, soit par variation brusque, par saltation. Mais l'auteur fait de grandes réserves pour ce dernier cas, qui ne lui paraît pas susceptible d'une démonstration certaine; et à ce propos il rappelle que le nom de *mutation* ne peut être accepté dans le sens que lui a donné de Vries, puisqu'il a été proposé bien antérieurement par Waagen dans un sens tout différent.

Pour M. Depéret, les changements brusques dans les faunes sont principalement dus à des migrations et il fait remonter cette manière de voir à Cuvier qui aurait expliqué ainsi le renouvellement des faunes après les

grands cataclysmes, sans recourir à des créations nouvelles comme on le lui a reproché à tort.

Ce résumé rapide suffit pour montrer toute l'importance des travaux de M. **Depéret** qui ont été l'objet de plus de 150 Notes et Mémoires; à ces publications viennent s'ajouter les remarquables collections qu'il a créées à la Faculté des Sciences de Lyon. En outre il a su grouper autour de lui toute une pléiade de savants auxquels il a communiqué son ardeur pour les recherches géologiques, de sorte que grâce à lui, Lyon est devenu un centre de travaux féconds.

Le prix Petit d'Ormoy récompenserait dignement cette belle série de travaux poursuivis sans relâche pendant 25 ans, et brillamment couronnés de succès.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX SERRES.

(Commissaires : MM. Bouchard, Perrier, d'Arsonval, Laveran, Delage, Dastre; Henneguy, rapporteur.)

La Commission propose de décerner le prix Serres à M. **L. Vialleton**, professeur à la Faculté de Médecine de l'Université de Montpellier, pour l'ensemble de ses recherches d'Embryologie et d'Anatomie comparées qu'il poursuit depuis plus de vingt ans.

Dès 1888, M. Vialleton attirait l'attention des biologistes par la publication d'un Mémoire, devenu classique, sur les premiers développements de la Seiche. Il suivait pour la première fois, chez cet animal, les phénomènes intimes de la fécondation, la marche de la segmentation, et démontrait que la membrane, dite *périvitelline*, provient des blastomères les plus périphériques. Au cours de ses recherches, il décrivait, d'une manière plus précise, que cela n'avait encore été fait, le dédoublement très précoce des centrosomes et des sphères attractives lors de la mitose des cellules embryonnaires, phénomène dont j'ai établi l'importance dans mes travaux sur la cytodiérèse. Enfin, il découvrait, chez la Seiche et le Calmar, dans la membrane buccale des femelles, l'existence de poches dans lesquelles se rassemblent les spermatozoïdes issus des spermatophores, déposés sur cette membrane. Les spermatozoïdes ainsi tenus en réserve sont versés par la femelle, au fur et à mesure de la ponte, sur les œufs qu'elle tient entre ses bras pour les attacher aux corps submergés.

Tous les autres travaux de M. Vialleton ont trait au développement et à la morphologie des Vertébrés.

Malgré les nombreuses recherches, faites depuis Rathke, sur la constitution et le rôle des arcs branchiaux, ou arcs viscéraux, de l'embryon des Vertébrés, les anatomistes ne sont pas d'accord sur la valeur morphologique de ces formations.

Cela tient à ce que, dans l'évolution définitive de l'arc viscéral, on ne considère généralement que son squelette, sans prendre garde que, au moment où celui-ci se formera, tout au moins chez les Amniotes, il y a longtemps que les éléments constituants de chaque arc viscéral (poche branchiale, arc aortique, axe mésodermique) se sont dissociés et séparés les uns des autres, si bien qu'il est à peine permis de parler encore d'arc. La notion du squelette de l'arc viscéral s'est donc peu à peu substituée à celle de l'arc lui-même. M. Vialleton a repris avec soin l'étude de l'évolution des arcs viscéraux en tenant compte de tous les éléments qui entrent dans leur constitution et il est arrivé à établir un certain nombre de faits importants.

La portion de la paroi ventrale située entre les extrémités correspondantes des arcs, et à laquelle il a donné le nom de *paroi prépéricardique*, est indépendante des arcs et se développe d'une manière propre. Les pièces squelettiques qui naissent dans son épaisseur, les copules, ne doivent pas être rattachées aux arcs, mais au squelette général, comme le pensait Dohrn.

Le développement de l'appareil branchial est une éclatante confirmation de cette loi de von Baer, que les embryons des animaux supérieurs ne ressemblent pas aux animaux inférieurs, mais aux embryons de ces animaux. Les arcs branchiaux d'un Mammifère ne rappellent pas du tout ceux d'un Sélacien ou d'un Téléostéen, mais ceux d'un embryon très jeune de ces Poissons.

Le cou est une région particulière aux Amniotes et se développe par un processus qui comprend deux temps : d'abord, comme l'avait déjà signalé His, le glissement en avant des protovertèbres, ensuite l'étirement d'une partie de la paroi prépéricardique située en avant de la limite crâniale du cœlome. Cet étirement n'est pas, comme on pourrait le penser, le résultat de la déflexion de la courbure nuchale, mais préexiste à cette dernière. En réalité, le cou n'est pas formé, ainsi qu'on le représente quelquefois, par des zones successives répondant chacune à un arc viscéral, mais par l'accroissement intercalaire d'une région dans laquelle les arcs primitifs ont disparu, parce qu'ils ne sont pas développés au delà de leurs premiers stades.

et parce qu'ils se sont disloqués, l'absence de fentes branchiales permettant le glissement facile de certaines parties d'un arc dans un autre. Ainsi leurs annexes, qui occupent chez les Poissons une situation dorsale, comme le thymus, passent, chez les Amniotes, du côté ventral; de même toute la portion latérale du troisième arc aortique ne se développe pas : la carotide interne, branche dorsale de cet arc, et la carotide externe, qui représente la portion ventrale, naissant côte à côte sur la carotide primitive.

L'activité scientifique de M. Vialleton s'est portée également sur d'autres questions intéressantes d'Embryologie et de Morphologie : sur la formation des vaisseaux sanguins de l'embryon de Poulet, dans lequel il a suivi le développement de l'aorte aux dépens du bord médial de l'aire vasculaire, secondairement isolé de cette dernière et enfermé dans le corps de l'embryon par le repli de la lame fibro-intestinale qui formera la suture mésentérique; sur le cœur des Cyclostomes, dont il a donné une description qui est une interprétation nouvelle de ses parties, décrivant en même temps les changements opérés dans la partie crâniale du cœlome de ces animaux par le passage de l'état de larve à celui d'adulte; sur le mode de formation de l'extrophie de la vessie qu'il a rattaché au développement anormal du bouchon cloacal. Enfin il convient de signaler, parmi les travaux purement morphologiques de M. Vialleton, son étude détaillée des lymphatiques de la Torpille, et la première description histologique des ganglions lymphatiques des Oiseaux. Partant des données acquises dans cette dernière étude, il a montré qu'il existe une relation entre la structure des ganglions et la présence de valvules dans les troncs lymphatiques. Ces valvules se développent pour contrebalancer l'obstacle apporté à la circulation de la lymphe par la structure serrée du réticulum des sinus lymphatiques.

M. Vialleton n'est pas seulement un observateur expérimenté et des plus consciencieux; dans ses deux Ouvrages très originaux, *Un problème de l'évolution* et *Éléments de morphologie des Vertébrés*, il a abordé avec succès les grands problèmes de l'Embryogénie, et y fait preuve d'un esprit critique judicieux, sévère et impartial.

Son grand Ouvrage sur la morphologie des Vertébrés, œuvre de longue haleine, remplie de vues nouvelles, conçues suivant un plan rationnel et dans laquelle la part attribuée à l'embryologie est considérable, apporte à l'appui de la doctrine de l'évolution la totalité des faits morphologiques actuellement disponibles. L'auteur s'y déclare un évolutionniste convaincu tout en repoussant les explications hypothétiques du transformisme. La loi biogénétique fondamentale formulée par Hæckel, à savoir que l'ontogénie

est une récapitulation de la phylogénie, n'est pas pour M. Vialleton, comme pour M. O. Hertwig, un dogme intangible : « Si l'Embryologie et l'Anatomie comparées montrent que les êtres vivants se forment d'après des lois régulières et en allant du simple au complexe, on ne saurait parler d'une répétition des formes ancestrales au cours du développement ontogénique; car les structures reproduites pendant ce dernier sont trop générales et d'un caractère trop indéterminé pour permettre de reconstruire les ancêtres réels de l'espèce. Et cependant, c'est bien ainsi que l'entendent les partisans de la loi biogénétique lorsqu'ils interprètent la plupart des faits embryologiques comme la reproduction des structures ancestrales hypothétiques que ne justifient pas même, le plus souvent, les données paléontologiques, C'est pourquoi la loi biogénétique doit être rejetée dans son sens strict et comme permettant de reconstituer par l'étude de l'ontogénie la série réelle des ancêtres d'une espèce. »

Cette conclusion semblera sans doute un retour en arrière aux transformistes intransigeants; elle sera cependant acceptée par ceux qui ne se contentent pas de données approximatives, ni d'interprétations simplistes, et préfèrent en présence de certains problèmes avouer leur ignorance que d'en donner une solution purement hypothétique, en cherchant à la faire accepter comme l'expression de la réalité. Cette conclusion est celle à laquelle était arrivé M. O. Hertwig et les embryogénistes qui ont approfondi l'étude du développement des Vertébrés, entre autres des Mammifères.

Le prix Serres, parmi ceux qui sont décernés par l'Académie des Sciences, est le plus envié par les morphologistes qui le considèrent avec juste raison comme le couronnement de leur œuvre. Celle de M. **Vialleton**, qui cependant, nous l'espérons, n'est pas terminée, a paru à la Commission digne en tous points de cette consécration.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PRIX JEAN REYNAUD.

(Commissaires : MM. les Membres du Bureau et MM. Poincaré, Émile Roux, Alfred Picard; Gaston Darboux, rapporteur.)

La Commission décerne le prix Jean Reynaud à M. **Émile Picard**, Membre de l'Académie, pour l'ensemble de son œuvre scientifique.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

PRIX DU BARON DE JOEST.

(Commissaires : MM. Ph. van Tieghem, Lippmann, Poincaré, Perrier, Guignard, Alfred Picard; Darboux, d'Arsonval, Tisserand, rapporteurs.)

Le prix, d'une valeur de *deux mille francs*, est porté à *quatre mille francs* au moyen des arrérages de la fondation Leconte.

Le prix est partagé entre M. **H. Mouton** et M. **Charles Tellier.**

M. **H. Mouton**, Chef de laboratoire à l'*Institut Pasteur*, s'est trouvé conduit par des travaux de biologie, touchant surtout les ferments, à étudier diverses questions de physique, en collaboration avec M. A. Cotton.

L'un des résultats les plus importants de leur effort commun fut la publication du Livre, dont l'éloge n'est plus à faire : *Les ultra-microscopes et les objets ultra-microscopiques*. Ce Livre s'adresse à tous ceux (biologistes, médecins, aussi bien que physiciens) que doit intéresser ce Chapitre de la Science : ils y trouvent l'indication d'un dispositif simple et pratique, d'une technique sûre, dont l'excellence leur est montrée par une remarquable application aux colloïdes.

Après avoir récompensé, comme il convenait, M. A. Cotton, l'Académie estimera sans doute que M. **H. Mouton** ne doit pas être oublié, et elle voudra bien lui accorder le prix fondé par le Baron de Joëst.

La production artificielle du *froid* prend une place de plus en plus importante dans toutes les manifestations de l'activité humaine : recherches scientifiques, travaux publics, alimentation, industries diverses, transports terrestres et maritimes, etc.

Les moyens pratiques et industriels de produire le froid artificiel remontent à l'année 1860, époque à laquelle un Français, **Charles Tellier**, inventa la première machine à produire le froid par évaporation *continue* de l'ammoniaque liquéfiée. En 1868, le même savant imagina la première machine *à compression d'ammoniaque*, sur laquelle est basé tout l'outillage frigorifique actuel.

Cette découverte a émancipé l'homme de l'emploi de la glace naturelle pour la production du froid.

C'est également à Charles Tellier que nous devons l'idée première des

appareils frigorifiques à *cycles multiples* qui consistent à employer une série de machines à compression opérant la liquéfaction et l'évaporation continues de gaz de plus en plus difficilement liquéfiables. Ce principe devait fatalement conduire à la liquéfaction de tous les gaz réputés permanents comme l'avait prévu son auteur. Ultérieurement ce principe des *cascades frigorifiques*, mis en pratique, a doté la science du froid d'un admirable outil de recherches, tel que l'a réalisé au laboratoire cryogène de Leyde l'éminent Kamerling-Onnes.

Il est juste de rappeler que notre illustre confrère M. Cailletet a réalisé le premier la liquéfaction des gaz permanents par un procédé tout différent aussi simple qu'élégant, *la détente*.

Les industries frigorifiques ont donc pris naissance en France, et c'est dans le domaine de l'*agriculture* qu'elles ont commencé.

Les premières tentatives de l'emploi du froid artificiel eurent en effet pour objet la conservation des viandes de boucherie; elles datent de 1868 : un navire fut aménagé à cette époque comme démonstration, pour transporter des viandes fraîches du Havre à Rio-de-Janeiro. Quelques années plus tard, en 1873, grâce à l'expérience acquise, un nouveau vapeur, *Le Frigorifique*, fut équipé avec de meilleures dispositions, pour continuer les essais commencés; la solution du problème de la conservation des viandes fraîches par le froid était trouvée définitivement. L'Académie des Sciences constata officiellement ce brillant résultat en adoptant, le 5 octobre 1874, les conclusions du Rapport rédigé par M. Bouley au nom de la Commission nommée par elle à l'effet de suivre les expériences de M. Ch. Tellier.

Après de nombreuses vicissitudes comme il arrive toujours pour les inventions nouvelles, l'efficacité du procédé était reconnue dans tous les pays intéressés à s'en servir dans les deux Amériques, en Australie, au Canada, en Angleterre, etc.

Le modeste bateau frigorifique d'il y a 37 ans est aujourd'hui remplacé par une flotte de puissants navires à vapeur qui sillonnent l'Atlantique et le grand Pacifique et apportent à la vieille Europe la viande des animaux élevés dans la République Argentine, dans l'Uruguay, en Australie, dans la Nouvelle-Zélande et aux États-Unis. L'Angleterre à elle seule a pu recevoir annuellement pendant ces dernières années 880 millions de kilogrammes de viande d'une valeur de 525 millions de francs, au grand profit de sa population ouvrière.

Grâce à la réfrigération, les fruits du Canada, des Antilles, du cap de Bonne-Espérance et des Indes arrivent dans les ports du vieux monde aussi

frais qu'au moment de leur cueillette. Il n'y a pas actuellement de pays au monde qui ne tirent profit, pour leur industrie et leur agriculture, du froid artificiel.

En France, les bienfaits des industries frigorifiques ne se comptent plus : grâce à l'application du froid, les beurreries, les laiteries, les fromageries ont pu améliorer grandement leur fabrication; les graines de vers à soie se conservent même dans les magnaneries; les fruits et les fleurs du Midi de la France, de l'Algérie et de nos colonies nous arrivent avec toute leur fraîcheur; des débouchés importants se trouvent ainsi ouverts aux produits de difficile conservation de toutes nos possessions d'outre-mer; déjà, quoique timidement encore, des installations frigorifiques ont été faites dans quelques-uns de nos abattoirs. C'est là un commencement. Mais il est certain que la réfrigération est appelée à amener une véritable révolution dans le commerce de nos grandes régions d'élevage et d'engraissement.

L'Agriculture doit au génie de Pasteur les moyens de combattre efficacement les redoutables maladies contagieuses qui décimaient naguère nos troupeaux et faisaient perdre à nos cultivateurs beaucoup de millions de francs chaque année. L'emploi du froid pour la conservation et le transport de la viande abattue vient heureusement en aide à l'œuvre de l'illustre Pasteur. Actuellement les millions de bêtes à boucherie expédiées des pays d'élevage et d'engraissement sur les grands centres de consommation sont des causes incessantes de propagation des épizooties. Il suffit d'un animal malade dans un train de chemin de fer pour porter la fièvre aphteuse, par exemple, partout où il passe et dans la localité où il est envoyé et infester tout le pays. Le transport des animaux de boucherie vivants par chemin de fer est, par suite, un péril constant pour l'Agriculture; d'un autre côté, on ne peut se faire une idée des fatigues et des souffrances qu'endurent les pauvres bêtes enfermées debout, serrées les unes contre les autres, dans des wagons où elles restent, pendant 2, 3 jours et souvent plus, exposées au froid de l'hiver ou à la chaleur de l'été; c'est ainsi que les 300000 bœufs et vaches, les 1500000 moutons et le demi-million de porcs qui viennent chaque année alimenter Paris, arrivent pour la plupart exténués de fatigue, toujours plus ou moins enfiévrés, parfois malades et fréquemment contusionnés; non seulement leur viande se trouve altérée, échauffée au détriment de leur qualité alibile et de l'hygiène, mais ils perdent encore 30^{kg} à 40^{kg} de leurs poids pour peu que leur trajet effectué soit de 300^{km} à 400^{km}.

Tous ces inconvénients on peut les éviter en procédant à l'abatage des animaux destinés à la boucherie dans les pays même où ils ont été engraissés

et en expédiant leur viande dans des wagons frigorifiques, vers les centres de consommation munis eux-mêmes de magasins frigorifiques.

C'est certainement par millions de francs qu'on peut compter les avantages que l'Agriculture peut retirer de cette seule application du froid.

C'est donc au génie d'un Français M. Charles Tellier que l'Agriculture est redevable d'un tel bienfait, car c'est lui qui fut l'initiateur de l'emploi du froid artificiel dans toutes les industries; c'est Tellier qui indiqua les principes de la production du froid par l'ammoniaque et la compression, procédé qui aujourd'hui représente les deux tiers des applications mondiales.

C'est lui qui en fit la première application industrielle à la conservation des viandes; il y a perdu sa fortune et la tranquilité de sa vieillesse; c'est malheureusement le sort de bien des inventeurs, mais Charles Tellier a eu au moins la suprême consolation, lors du premier Congrès international du froid, de s'entendre proclamer dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne, aux applaudissements unanimes des délégués les plus autorisés du monde entier et de 6000 congressistes, *le père du froid*.

En décernant à M. **Charles Tellier** un prix de Joest, l'Académie des Sciences désire reconnaître publiquement les services rendus par l'homme dont les mémorables découvertes ont contribué à créer l'une des grandes industries qui font honneur à l'initiative et au génie français.

L'Académie adopte les conclusions de ces Rapports.

PRIX LECONTE.

L'Académie décide d'ajourner le prix Leconte à l'année 1912.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Une Ordonnance royale a autorisé l'Académie des Sciences à accepter la donation, qui lui a été faite par Mme la Marquise de Laplace, d'une rente pour la fondation à perpétuité d'un prix consistant dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, qui devra être décerné chaque année au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Le Président remet les cinq Volumes de la *Mécanique céleste*, l'*Exposition du Système du monde* et le *Traité des Probabilités* à M. **Georges-Marie-Antoine Perrin**, sorti premier de l'École Polytechnique et entré, en qualité d'Élève-Ingénieur, à l'École nationale des Mines.

PRIX FONDÉ PAR M. FÉLIX RIVOT.

Conformément aux termes de la donation, le prix Félix Rivot est partagé entre MM. **Georges Perrin** et **François Walckenaer**, entrés les deux premiers en qualité d'Élève-Ingénieur à l'École nationale des Mines, et MM. **Henri Terrisse** et **Jacques Denis**, entrés les deux premiers au même titre à l'École nationale des Ponts et Chaussées.

FONDS BONAPARTE.

RAPPORT *de la Commission chargée de proposer pour l'année* 1911 *la répartition des subventions du fonds Bonaparte.*

(Cette Commission, qui comprend le prince Roland Bonaparte comme membre de droit, se compose cette année de MM. Armand Gautier, président de l'Académie; Lippmann, Émile Picard, Violle, Haller, Delage, Alfred Picard; Ph. van Tieghem, rapporteur.)

La Commission nommée par l'Académie pour lui faire des propositions de subvention, à attribuer en 1911 sur la quatrième et dernière annuité du Fonds Bonaparte, a eu à examiner, comme l'année dernière, trente-quatre demandes portant sur les sujets et les projets les plus divers et, comme l'année dernière, elle a éprouvé le regret de n'en pouvoir accueillir que onze. Comme l'année dernière aussi, le total de ces onze demandes se trouvait dépasser de beaucoup le chiffre de l'annuité disponible. Mais le prince Roland Bonaparte était là et, très simplement, il nous a, cette fois encore, tirés d'embarras. Renouvelant son geste généreux de l'année dernière, il s'est empressé d'ajouter une somme de 5000^{fr} à son annuité, qui se trouve ainsi portée de nouveau à 30000^{fr}. Aussi votre Rapporteur se fait-il tout d'abord un devoir et c'est en même temps un plaisir, de renouveler, lui aussi, à notre Confrère, les remercîments de l'Académie.

La Commission vous propose de répartir, comme il suit, cette somme de 30000fr entre les onze bénéficiaires.

1° 4000fr à M. **Hartmann**, lieutenant-colonel d'artillerie en retraite, lauréat de l'Institut, pour lui permettre de poursuivre, dans les conditions qu'il a précisées dans un Rapport détaillé présenté à la Commission, l'achèvement de ses recherches expérimentales sur l'élasticité des corps solides. En cours d'exécution au Laboratoire de Physique du Collège de France, ces recherches ont pu être menées à bien jusqu'ici à l'aide d'une première subvention de 5000fr, allouée l'année dernière sur le fonds Bonaparte.

2° 3000fr à M. **Alluaud**, voyageur-naturaliste, lauréat de l'Institut. Depuis 27 ans, M. Alluaud a accompli, soit à ses frais, soit avec des missions, toujours insuffisamment subventionnées, du Ministère de l'Instruction publique, de nombreux voyages scientifiques, tous profitables à la Science et qui ont enrichi le Muséum de précieuses collections. La subvention lui permettra d'aller, en 1911 et 1912, compléter ses recherches sur la géologie, la faune et la flore des montagnes à neiges éternelles de l'Afrique équatoriale : le Kilima n'jaro, dont il a fait déjà trois fois l'ascension; le Ruwenzori, qu'il a déjà gravi dans son dernier voyage (1908-1909); et le Kénia, encore très peu connu, dont il se propose d'explorer cette année en détail les régions élevées et les différentes zones. Les résultats de cette nouvelle expédition, joints à ceux des deux précédentes, permettront de faire des études d'ensemble sur la faune et la flore alpines de ces sommets intertropicaux.

3° 3000fr à M. **Barbieri**, docteur en médecine, attaché à divers laboratoires de la Faculté de Médecine de Paris, pour lui permettre de mener à bonne fin les recherches chimiques qu'il poursuit depuis onze ans sur la matière nerveuse et particulièrement sur la substance blanche du cerveau et des nerfs.

4° 3000fr à M. **André Broca**, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, pour faire construire un appareil basé sur les principes énoncés par lui dans deux Notes aux *Comptes rendus* et opérant la mesure des angles géodésiques par la méthode de la répétition de Borda modifiée.

5° 3000fr à M. **Krempf**, zoologiste, qui a déjà exploré pendant cinq années

les rivages de l'Indo-Chine, pour lui permettre d'acquérir un matériel complet de scaphandrier, destiné à poursuivre, dans des conditions plus favorables, ses recherches sur la biologie de ces rivages.

6° 3000fr à M. Sollaud, agrégé des Sciences naturelles, attaché au laboratoire d'Entomologie du Muséum, qui poursuit un travail d'ensemble sur les Crevettes de la famille des Palémonidés, notamment sur le Bouquet, et qui désire les étudier sur nos côtes dans leurs divers habitats naturels.

7° 3000fr à M. Topsent, professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Dijon, pour lui permettre d'entreprendre, dans des conditions favorables, l'étude zoologique des eaux douces de Saint-Jean-de-Losne (Côte-d'Or), en organisant un petit établissement propre à emmagasiner des engins de pêche et des instruments d'investigation rapide et à abriter, au besoin, les travailleurs pendant un certain temps.

8° 2000fr à MM. Buisson et Fabry, professeurs à la Faculté des Sciences de Marseille, pour l'achat d'appareils destinés à poursuivre leurs recherches sur la répartition de l'énergie dans le spectre solaire, notamment tout le matériel nécessaire aux mesures photométriques et calorifiques, en particulier d'un galvanomètre très sensible, à l'abri des perturbations magnétiques très fortes qui résultent du voisinage des lignes électriques.

9° 2000fr à M. Gaubert, assistant de Minéralogie au Muséum, lauréat de l'Institut, pour acquérir les appareils nécessaires à la poursuite de ses travaux sur les cristaux liquides et la cristallogenèse, notamment un microscope polarisant grand modèle, modifié en vue des recherches actuelles, et un appareil photographique s'adaptant à ce microscope.

10° 2000fr à M. Houard, docteur ès sciences, préparateur de Botanique à la Faculté des Sciences de Paris, lauréat de l'Institut, pour lui permettre d'aller poursuivre en Amérique ses recherches sur les zoocécidies. Ses travaux antérieurs sur les zoocécidies d'Europe ont fait la matière d'un Traité en deux gros volumes, publié récemment, qui est le développement d'un premier Ouvrage écrit en collaboration avec M. G. Darboux, professeur de Zoologie à l'Université de Marseille. Ce Traité, où se trouvent décrites plus de 6000 galles, a été favorablement accueilli par les savants de tous pays et est devenu aussitôt la base des études actuelles sur les galles.

11° 2000fr à M. Moureu, professeur à l'École supérieure de Pharmacie

de Paris, pour lui permettre de poursuivre ses études sur les gaz rares et leur diffusion dans la nature. On sait que M. Moureu a déjà établi la présence générale des cinq gaz : hélium, néon, argon, crypton et xénon dans un grand nombre de *gaz spontanés* de sources thermales et que les dosages effectués l'ont conduit à diverses conclusions importantes pour la Géologie et la Physique du globe. Il y aurait intérêt à poursuivre ces recherches sur d'autres mélanges gazeux naturels (grisou, gaz volcaniques, gaz de pétrole, etc.). Il faudrait aussi s'attacher à l'étude, déjà commencée, des rapports existant entre les proportions des divers corps simples dans ces mélanges gazeux. Il y aurait lieu enfin d'entreprendre des déterminations spéciales du crypton et du xénon dans l'atmosphère, où ces deux gaz n'ont encore été dosés que par distillation fractionnée. C'est à la solution de ces nouveaux et importants problèmes que la subvention sera consacrée.

La liste suivante résume ces onze subventions :

1.	M. Hartmann	4000 fr
2.	M. Alluaud	3000
3.	M. Barbieri	3000
4.	M. Broca (André)	3000
5.	M. Krempf	3000
6.	M. Sollaud	3000
7.	M. Topsent	3000
8.	MM. Buisson et Fabry	2000
9.	M. Gaubert	2000
10.	M. Houard	2000
11.	M. Moureu	2000
	Total	30000

montant de l'annuité accrue, mise à la disposition de l'Académie pour 1911 par la généreuse initiative de notre Confrère.

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées par l'Académie.

PROGRAMME DES PRIX PROPOSÉS
POUR LES ANNÉES 1913, 1914, 1915, 1916 ET 1917 (*)

GÉOMÉTRIE.

PRIX FRANCŒUR (1000fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à l'auteur de découvertes ou de travaux utiles au progrès des *Sciences mathématiques pures ou appliquées*.

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie rappelle qu'elle a mis au concours, pour l'année 1913, la question suivante :

Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.

GRAND PRIX DES SCIENCES MATHÉMATIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1914, la question suivante :

Perfectionner la théorie des fonctions d'une variable qui sont susceptibles de représentations par des séries trigonométriques de plusieurs arguments fonctions linéaires de cette variable.

On sait que de telles fonctions se présentent dans de nombreuses questions de

(*) Les concours de 1912 étant clos le 31 décembre 1911, la liste des prix proposés pour 1912, publiée dans le précédent programme, n'a pas été rappelée.

Physique mathématique et de Mécanique céleste. L'Académie verrait avec plaisir traiter quelque application importante.

PRIX PONCELET (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mme Poncelet, est destiné à récompenser *alternativement* l'Ouvrage le plus utile aux progrès des Sciences mathématiques pures ou appliquées, publié dans le cours des dix années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Une donation spéciale de Mme Poncelet permet à l'Académie d'ajouter au prix qu'elle a primitivement fondé un exemplaire des Œuvres complètes du Général Poncelet.

Le prix Poncelet sera décerné en 1914 à un *Ouvrage sur les Mathématiques pures*.

MÉCANIQUE.

PRIX MONTYON (700fr).

Ce prix *annuel* est fondé en faveur de « celui qui, au jugement de l'Aca-
» démie, s'en sera rendu le plus digne, *en inventant ou en perfectionnant*
» *des instruments utiles aux progrès de l'Agriculture, des Arts mécaniques ou*
» *des Sciences* ».

PRIX PONCELET (2000fr).

Prix *annuel* décerné *alternativement* à un Ouvrage sur les Mathématiques pures ou sur les Mathématiques appliquées (*voir* ci-dessus, p. 1397).

Le prix Poncelet sera décerné en 1913 à un *Ouvrage sur les Mathématiques appliquées*.

PRIX FOURNEYRON (1000fr).

L'Académie met au concours, pour l'année 1914, la question suivante :

Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou explosion.

PRIX BOILEAU (1300fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser les *recherches sur les mouvements des fluides, jugées suffisantes pour contribuer au progrès de l'Hydraulique.*

A défaut, la rente triennale échue sera donnée, *à titre d'encouragement*, à un savant estimé de l'Académie et choisi parmi ceux qui sont notoirement sans fortune.

L'Académie décernera le prix Boileau, s'il y a lieu, en 1915.

NAVIGATION.

PRIX EXTRAORDINAIRE DE SIX MILLE FRANCS,

DESTINÉ A RÉCOMPENSER TOUT PROGRÈS DE NATURE A ACCROÎTRE L'EFFICACITÉ DE NOS FORCES NAVALES.

L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, dans sa séance publique annuelle.

PRIX PLUMEY (4000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser « *l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué au progrès de la navigation à vapeur* ».

ASTRONOMIE.

PRIX PIERRE GUZMAN (100 000fr).

Mme veuve *Guzman* a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix qui portera le nom de *prix Pierre Guzman*, en souvenir de son fils, et sera décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que la planète Mars.

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne serait pas décerné tout de suite, la fondatrice a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que les intérêts du capital, cumulés pendant cinq années, formassent un prix, toujours sous le nom de *Pierre Guzman*, qui serait décerné à un savant français, ou étranger, qui aurait fait faire un progrès important à l'Astronomie.

Le prix *quinquennal*, représenté par les intérêts du capital, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX LALANDE (540fr).

Ce prix *annuel* doit être attribué à la personne qui, en France ou ailleurs, aura fait l'observation la plus intéressante, le Mémoire ou le travail le plus utile aux progrès de l'Astronomie.

PRIX VALZ (460fr).

Ce prix *annuel* est décerné à l'auteur de l'observation astronomique la plus intéressante qui aura été faite dans le courant de l'année.

PRIX G. DE PONTÉCOULANT (700fr).

Ce prix *biennal*, destiné à encourager les recherches de *Mécanique céleste*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX JANSSEN.

Ce prix *biennal*, qui consiste en une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique, sera décerné en 1914.

M. Janssen, dont la carrière a été presque entièrement consacrée aux progrès de l'Astronomie physique, considérant que cette science n'a pas à l'Académie de prix qui lui soit spécialement affecté, a voulu combler cette lacune.

PRIX DAMOISEAU (2000^{fr}).

Prix *triennal*, à sujet variable.

L'Académie met de nouveau au concours, pour l'année 1914, la question suivante, qu'elle avait posée pour l'année 1911 et qui n'avait donné lieu à l'envoi d'aucun Mémoire : « *Perfectionner les* TABLES DE JUPITER *de Le Verrier* ».

GÉOGRAPHIE.

PRIX TCHIHATCHEF (3000^{fr}).

M. Pierre de Tchihatchef a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Dans son testament, M. de Tchihatchef stipule ce qui suit :

« Les intérêts de cette somme sont destinés à offrir *annuellement une* » *récompense ou un encouragement aux naturalistes* de *toute nationalité* qui » se seront le plus distingués dans l'exploration du continent asiatique » (ou îles limitrophes), notamment des régions les moins connues et, en » conséquence, à l'exclusion des contrées suivantes : Indes britanniques, » Sibérie proprement dite, Asie Mineure et Syrie, contrées déjà plus ou » moins explorées.

» Les explorations devront avoir pour objet une branche quelconque » des *Sciences naturelles, physiques* ou *mathématiques*.

» Seront exclus les travaux ayant rapport aux autres sciences, telles » que : Archéologie, Histoire, Ethnographie, Philologie, etc.

» Il est bien entendu que les travaux récompensés ou encouragés » devront être le fruit d'observations faites sur les lieux mêmes, et non des » œuvres de simple érudition. »

PRIX GAY (1500fr).

Prix annuel à sujet variable.

(Question posée pour l'année 1913.)

Étude sur les Reptiles des pays chauds, notamment sur les Reptiles du Mexique.

(Question posée pour l'année 1914.)

Étudier la distribution des forces hydrauliques dans une région de montagnes. Exposer et décrire les méthodes et les instruments employés à cette recherche.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur de travaux sur la *Géographie* ou la *Navigation,* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX DELALANDE-GUÉRINEAU (1000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914 « *au voyageur français* » *ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France* » *ou à la Science* ».

PHYSIQUE.

PRIX HÉBERT (1000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.

PRIX HUGHES (2500fr).

Ce prix *annuel,* dû à la libéralité du physicien Hughes, est destiné à récompenser l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué au progrès de la Physique.

PRIX GASTON PLANTÉ (3000fr).

Ce prix *biennal* est réservé à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité. L'Académie décernera ce prix, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX KASTNER-BOURSAULT (2000fr).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, à l'auteur, français ou étranger, des Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique. Il ne pourra être partagé.

PRIX VICTOR RAULIN (1500^{fr}).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1416, les conditions générales.)

Le prix Victor Raulin, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Météorologie et Physique du globe*.

CHIMIE.

PRIX JECKER (10000^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser les travaux les plus propres à hâter les progrès de la *Chimie organique*.

PRIX CAHOURS (3000^{fr}).

M. Auguste Cahours a légué à l'Académie des Sciences la somme de *cent mille francs*.

Conformément aux vœux du testateur, les intérêts de cette somme seront distribués *chaque année*, à titre d'encouragement, à des jeunes gens qui se seront déjà fait connaître par quelques travaux intéressants et plus particulièrement par des recherches sur la Chimie.

PRIX MONTYON (ARTS INSALUBRES).

(Un prix de 2500^{fr} et une mention de 1500^{fr}.)

Il sera décerné chaque année un prix et une mention aux auteurs qui auront trouvé les *moyens de rendre un art ou un métier moins insalubre*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les récompenses dont il s'agit ont expressément pour objet des découvertes et inventions qui diminueraient les dangers des diverses professions ou arts mécaniques.

Les pièces admises au concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX VAILLANT (4000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie attribuera le prix, s'il y a lieu, en 1913, *à la découverte d'une couche photographique sans grains visibles, et aussi sensible que le gélatino-bromure actuellement en usage.*

PRIX L. LA CAZE (10000fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, à l'auteur, français ou étranger, des meilleurs travaux sur la Chimie. Il ne pourra pas être partagé.

PRIX BERTHELOT (500fr).

Ce prix *biennal*, attribué à des recherches de *Synthèse chimique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix à cycle variable et à sujets alternatifs.

(*Voir*, page 1416, les conditions générales.)

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, a pour but de faciliter la publication de travaux relatifs à la *Géologie et Paléontologie*.

Le prix, qui sera décerné, s'il y a lieu, en 1917, a pour but de faciliter la publication des travaux relatifs à la *Minéralogie et Pétrographie*.

PRIX DELESSE (1400^{fr}).

Ce prix *biennal*, fondé par M[me] V[ve] Delesse, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques, ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.

PRIX JOSEPH LABBÉ (1000^{fr}).

Ce prix *biennal*, fondé conjointement par la Société des Aciéries de Longwy et par la Société anonyme métallurgique de Gorcy, est destiné à récompenser les auteurs de *Travaux géologiques ou de recherches ayant efficacement contribué à mettre en valeur les richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats*, ou, à défaut de titulaire pour l'objet indiqué, à récompenser l'auteur de tout travail fait dans l'intérêt général.

Le prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX FONTANNES (2000^{fr}).

Ce prix *triennal*, attribué *à l'auteur de la meilleure publication paléontologique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX JAMES HALL (700^{fr}).

Ce nouveau prix *quinquennal*, fondé par M[me] Joséphine Hall Bishop, en souvenir de son père le géologue James Hall qui fut Correspondant de l'Académie, est destiné à récompenser *la meilleure thèse doctorale de Géologie* passée au cours de cette période de cinq ans.

Le prix sera décerné, pour la première fois, en 1917, s'il y a lieu.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES (1600fr).

Ce prix *annuel* est attribué « à l'auteur, français ou étranger, du meilleur ou du plus utile écrit, publié dans le courant de l'année précédente, » sur tout ou partie de la *Cryptogamie* ».

PRIX MONTAGNE (1500fr).

M. C. Montagne, Membre de l'Institut, a légué à l'Académie la totalité de ses biens, à charge par elle de distribuer chaque année, sur les arrérages de la fondation, un prix de 1500fr ou deux prix : l'un de 1000fr, l'autre de 500fr, au choix de la *Section de Botanique*, aux auteurs, français ou naturalisés français, de travaux importants ayant pour objet *l'anatomie, la physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs* (Thallophytes et Muscinées).

PRIX DE COINCY (900fr).

M. A.-H. Cornut de Lafontaine de Coincy a légué à l'Académie des Sciences une somme de 30000fr, à la charge par elle de fonder un prix *pour être donné chaque année* à l'auteur d'un *Ouvrage de Phanérogamie* écrit en latin ou en français.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES.

(Prix du Budget : 3000fr.)

L'Académie met au concours, pour l'année 1913, la question suivante :

Étude géographique de la Flore de l'Afrique occidentale française.

PRIX THORE (200^{fr}).

Ce prix *annuel* est attribué alternativement aux travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe et aux recherches sur les mœurs ou l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.

Il sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, au meilleur travail sur les *Cryptogames cellulaires d'Europe*.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ (900^{fr}).

Ce prix *triennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, « au meilleur » *Ouvrage de Botanique*, manuscrit ou imprimé, *sur le nord de la France*, » c'est-à-dire *sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes*, » *de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne* ».

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES (1700^{fr}).

Ce prix *décennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'*Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France*.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY (1500^{fr}).

Ce prix *annuel*, fondé par M[lle] Letellier pour perpétuer le souvenir de Le Lorgne de Savigny, ancien Membre de l'Institut de France et de l'Insti-

tut d'Égypte, *sera employé à aider les jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Égypte et de la Syrie.*

PRIX CUVIER (1500fr).

Ce prix *biennal,* attribué à l'Ouvrage le plus remarquable sur *la Paléontologie zoologique*, *l'Anatomie comparée* ou *la Zoologie*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX THORE (200fr).

Voir page 1407.

Ce prix alternatif sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, au meilleur travail *sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'Insectes d'Europe.*

PRIX DA GAMA MACHADO (1200fr).

Ce prix *triennal,* attribué aux meilleurs Mémoires *sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

(Prix de 2500fr, mentions de 1500fr.)

Conformément au testament de M. A. de Montyon, il sera décerné, tous les ans, un ou plusieurs prix aux auteurs des Ouvrages ou des découvertes qui seront jugés les plus utiles à l'*art de guérir*.

L'Académie juge nécessaire de faire remarquer que les prix dont il s'agit ont expressément pour objet des *découvertes* et *inventions* propres à perfectionner la Médecine ou la Chirurgie.

Les pièces admises au Concours n'auront droit au prix qu'autant qu'elles contiendront une *découverte parfaitement déterminée*.

Si la pièce a été produite par l'auteur, il devra indiquer la partie de son travail où cette découverte se trouve exprimée; dans tous les cas, la Commission chargée de l'examen du concours fera connaître que c'est à la découverte dont il s'agit que le prix est donné.

PRIX BARBIER (2000fr).

Ce prix *annuel* est attribué à « l'auteur d'une découverte précieuse dans » les *Sciences chirurgicale*, *médicale*, *pharmaceutique*, et dans la *Botanique* » *ayant rapport à l'art de guérir* ».

PRIX BRÉANT (100 000fr).

M. Bréant a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs* pour la fondation d'un prix à décerner « à celui qui aura trouvé » le moyen de guérir du choléra asiatique ou qui aura découvert les causes » de ce terrible fléau ».

Prévoyant que le prix de *cent mille francs* ne sera pas décerné tout de suite, le fondateur a voulu, jusqu'à ce que ce prix fût gagné, que l'*intérêt du capital* fût donné à la personne qui aura fait avancer la Science sur la question du choléra ou de toute autre maladie épidémique, ou enfin que ce prix pût être gagné par celui qui indiquera le moyen de guérir radicalement les dartres, ou ce qui les occasionne.

PRIX GODARD (1000fr).

Ce prix *annuel* sera donné au meilleur Mémoire *sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires*.

PRIX DU BARON LARREY (750fr).

Ce prix *annuel* sera décerné à *un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer* pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant *un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.*

PRIX BELLION (1400fr).

Ce prix *annuel*, fondé par Mlle Foehr, sera décerné aux savants « *qui » auront écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la » santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine* ».

PRIX MÈGE (10000fr).

Le Dr Jean-Baptiste Mège a légué à l'Académie « *dix mille francs à donner » en prix à l'auteur qui aura continué et complété son Essai sur les causes qui » ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine, depuis la plus haute anti- » quité jusqu'à nos jours.*

» L'Académie des Sciences pourra disposer en encouragements des inté- » rêts de cette somme jusqu'à ce qu'elle pense devoir décerner le prix. »

PRIX ARGUT (1200fr).

Aux termes du testament de M. Argut (Louis-Pierre-Jules), ce nouveau prix *biennal* est destiné à récompenser *le savant qui aura fait une découverte guérissant une maladie ne pouvant, jusqu'alors, être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine.*

Le prix sera décerné, pour la première fois, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX CHAUSSIER (10000fr).

Ce prix sera décerné *tous les quatre ans* au meilleur Livre ou Mémoire qui aura paru pendant cette période quadriennale, *soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique*, et aura contribué à leur avancement.

L'Académie décernera le prix Chaussier en 1915.

PRIX DUSGATE (2500^{fr}).

Ce prix *quinquennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1915, à l'auteur du meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (750^{fr}).

L'Académie décernera *annuellement* ce prix de *Physiologie expérimentale* à l'Ouvrage, imprimé ou manuscrit, qui lui paraîtra répondre le mieux aux vues du fondateur.

PRIX PHILIPEAUX (900^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser des travaux de *Physiologie expérimentale*.

PRIX LALLEMAND (1800^{fr}).

Ce prix *annuel* est destiné à « récompenser ou encourager *les travaux relatifs au système nerveux*, dans la plus large acception des mots ».

PRIX POURAT (1000^{fr}).

Prix *annuel* à sujet variable.

(Question proposée pour l'année 1913.)

L'Académie remet au concours, pour l'année 1913, la question suivante qu'elle avait posée pour l'année 1910, et qui n'avait donné lieu à l'envoi d'aucun Mémoire :

Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.

PRIX L. LA CAZE (10000^{fr}).

Ce prix *biennal* sera décerné, s'il y a lieu, en 1914, *à l'auteur, français ou étranger, du meilleur travail sur la Physiologie.* Il ne pourra pas être partagé.

PRIX MARTIN-DAMOURETTE (1400^{fr}).

Ce prix *biennal,* destiné à récompenser l'auteur d'un Ouvrage *de Physiologie thérapeutique*, sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

[Un prix de 1000^{fr} et deux mentions de 500^{fr} (1).]

L'Académie annonce que, parmi les Ouvrages qui auront pour objet une ou plusieurs questions relatives à la *Statistique*, celui qui, à son jugement, contiendra les recherches les plus utiles, sera couronné dans la prochaine séance publique. Elle considère comme admis à ce concours annuel les Mémoires envoyés en manuscrit, et ceux qui, ayant été imprimés et publiés, arrivent à sa connaissance.

(1) Décision prise le 5 décembre 1910.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (2000fr).

Ce prix *annuel* est destiné à récompenser l'auteur de travaux sur *l'Histoire des Sciences*.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO.

Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER.

Cette médaille sera décernée par l'Académie, aux époques que son Bureau jugera opportunes et, sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

Dans le cas où les arrérages accumulés dépasseraient le revenu de deux années, le surplus pourrait être attribué, par la Commission administrative, à des recherches ou à des publications originales relatives à la Chimie.

MÉDAILLE BERTHELOT.

Chaque année, sur la proposition de son Bureau, l'Académie décernera un certain nombre de « Médailles Berthelot » aux savants qui auront

obtenu, cette année-là, des prix de Chimie et de Physique; à chaque Médaille sera joint un exemplaire de l'Ouvrage intitulé : *La Synthèse chimique.*

PRIX HENRI BECQUEREL (3000fr).

M. Antoine-Henri Becquerel, en son vivant Membre de l'Institut, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle et à l'École Polytechnique, a légué à l'Académie des Sciences une somme de *cent mille francs*, par un testament en date du 5 juillet 1905, où il est dit :

« *Je lègue, à l'Académie des Sciences de l'Institut de France, la somme de* CENT MILLE FRANCS, *en mémoire de mon grand-père et de mon père, Membres comme moi de cette Académie. Je lui laisse le soin de décider le meilleur usage qu'elle pourra faire des arrérages de ce capital, soit pour établir* UNE FONDATION *ou* UN PRIX, *soit dans la manière dont elle distribuera périodiquement les arrérages* DANS LE BUT DE FAVORISER LE PROGRÈS DES SCIENCES. »

PRIX GEGNER (3800fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à soutenir un savant qui se sera signalé par des travaux sérieux, et qui dès lors pourra continuer plus fructueusement ses recherches en faveur des progrès des Sciences positives ».

PRIX LANNELONGUE (2000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. le professeur Lannelongue, Membre de l'Institut, sera donné, *au choix de l'Académie et sur la proposition de sa Commission administrative, à une ou deux personnes au plus, dans l'infortune, appartenant elles-mêmes ou par leur mariage, ou par leurs père et mère, au monde scientifique, et de préférence au milieu scientifique médical.*

PRIX GUSTAVE ROUX (1000fr).

Ce nouveau prix *annuel* [1], fondé par Mme Vve Gustave Roux, en souvenir de son mari, est destiné à récompenser un jeune savant français dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie. En aucun cas le prix ne pourra être divisé.

Le titulaire du prix devra, dans le mois qui suivra l'attribution du prix, aller visiter, au cimetière du Montparnasse, la tombe de M. Gustave Roux.

PRIX TRÉMONT (1100fr).

Ce prix *annuel* est destiné « à aider dans ses travaux tout savant, ingénieur, artiste ou mécanicien, auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France ».

PRIX WILDE.

(Un prix de 4000fr ou deux prix de 2000fr.)

M. Henry Wilde a fait donation à l'Académie d'une somme de *cent trente-sept mille cinq cents francs*. Les arrérages de cette somme sont consacrés à la fondation à perpétuité d'un prix *annuel* qui porte le nom de *Prix Wilde*.

L'Académie, aux termes de cette donation, a la faculté de décerner, au lieu d'un seul prix de *quatre mille francs*, deux prix de *deux mille francs* chacun.

Ce prix est décerné chaque année par l'Académie des Sciences, sans distinction de nationalité, à la personne dont la découverte ou l'Ouvrage sur l'*Astronomie*, la *Physique*, la *Chimie*, la *Minéralogie*, la *Géologie* ou la *Mécanique expérimentale* aura été jugé par l'Académie le plus digne de récompense, soit que cette découverte ou cet Ouvrage ait été fait dans l'année même, soit qu'il remonte à une autre année antérieure ou postérieure à la donation.

---

(1) L'état des arrérages a permis de procéder à l'attribution du prix, pour la première fois, en 1912.

PRIX LONCHAMPT (4000fr).

Ce prix *annuel*, fondé par M. Irénée Lonchampt, en vertu de son testament olographe du 19 mai 1896, est destiné à récompenser l'auteur du meilleur Mémoire qui sera présenté à l'Académie *sur les maladies de l'homme, des animaux et des plantes, au point de vue plus spécial de l'introduction des substances minérales en excès comme cause de ces maladies.*

PRIX SAINTOUR (3000fr).

Ce prix *annuel* est attribué *alternativement* à des travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques et à des travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

Le prix Saintour sera décerné, s'il y a lieu, en 1913, à l'auteur de travaux se rapportant à la Division des Sciences mathématiques.

PRIX VICTOR RAULIN (1500fr).

Prix *annuel* à sujets alternatifs.

Par un acte en date du 14 août 1905, les héritiers de M. Victor Raulin, en son vivant professeur à la Faculté des Sciences de Bordeaux, ont fait don à l'Académie d'une somme de *quinze cents francs* de rente pour fonder un « prix annuel à sujets alternatifs », devant être « attribué à des Français », dans les conditions suivantes :

Le prix Victor Raulin « a pour but de faciliter la publication de travaux » relatifs aux Sciences suivantes : 1° *Géologie et Paléontologie;* 2° *Minéralogie et Pétrographie;* 3° *Météorologie et Physique du Globe.*

» Il sera attribué au travail manuscrit, ou imprimé depuis l'attribution du » prix à un travail sur la même branche, qui sera jugé le plus digne, et ne » sera délivré à l'attributaire qu'après la remise par lui à l'Académie d'un » exemplaire imprimé (textes et planches); si le travail primé était manus-

» crit au moment de l'attribution du prix, l'édition portera dans son titre » la mention : « *Académie des Sciences. Prix Victor Raulin.* »

» Celle des trois Sciences précitées à laquelle aura trait le travail primé » sera déterminée chaque année par l'Académie, sous la seule condition » que pour chaque période de huit années consécutives, dont la première » commencera à la fondation du prix, quatre prix seront afférents à la » Géologie et deux à chacune des deux autres Sciences. »

Conformément aux conditions de la donation, le cycle variable suivant a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs du prix pendant la première période de huit années :

Attribution du prix à la *Géologie et Paléontologie*, en 1908, 1911, 1913, 1915.

Attribution du prix à la *Minéralogie et Pétrographie*, en 1909, 1912.

Attribution du prix à la *Météorologie et Physique du Globe*, en 1910, 1914.

Pour la deuxième période de huit années (1916-1923) et les suivantes, le cycle suivant a été adopté pour la répartition des sujets alternatifs de prix :

Le prix de *Géologie et Paléontologie* deviendra *biennal* et sera décerné en 1916, 1918, 1920, 1922.

Le prix de *Minéralogie et Pétrographie* deviendra *quadriennal* et sera décerné en 1917, 1921.

Le prix de *Météorologie et Physique du Globe* deviendra *quadriennal* et sera décerné en 1919, 1923.

PRIX FANNY EMDEN (3000^{fr}).

Par un acte passé à la date du 9 mai 1910, Mlle Juliette de Reinach a fait donation à l'Académie des Sciences d'une somme de *cinquante mille francs*, dont les arrérages doivent servir à fonder un prix *biennal* de *trois mille francs*, portant le nom de « Fondation Fanny Emden », du nom de sa mère qui de son vivant avait exprimé le désir de fonder, en souvenir de son mari, ce prix *destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX PETIT D'ORMOY.

(Deux prix de 10 000fr.)

L'Académie a décidé que, sur les fonds produits par le legs Petit d'Ormoy, elle décernera *tous les deux ans* un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences mathématiques pures ou appliquées*, et un prix de *dix mille francs* pour *les Sciences naturelles*. Elle décernera les prix Petit d'Ormoy, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX PIERSON-PERRIN (5000fr).

Ce prix *biennal*, destiné à récompenser le Français qui aura fait la plus belle découverte dans le domaine de la Mécanique ou de la Physique, sera décerné, s'il y a lieu, en 1913.

PRIX PARKIN (3400fr).

Ce prix *triennal* est destiné à récompenser des recherches sur les sujets suivants :

« 1° *Sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes et plus* » *particulièrement sous la forme gazeuse ou gaz acide carbonique, dans le* » *choléra, les différentes formes de fièvre et autres maladies ;*

» 2° *Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies* » *épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des* » *ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.* »

Le testateur stipule :

« 1° Que les recherches devront être écrites en français, en allemand » ou en italien;

» 2° Que l'auteur du meilleur travail publiera ses recherches à ses pro- » pres frais et en présentera un exemplaire à l'Académie dans les trois » mois qui suivront l'attribution du prix ;

« Chaque troisième et sixième année, le prix sera décerné à un tra- » vail relatif au premier desdits sujets, et chaque neuvième année à un » travail sur le dernier desdits sujets. »

L'Académie ayant décerné pour la première fois ce prix en 1897, attribuera ce prix triennal, en l'année 1913 [1], *à un travail sur le dernier desdits sujets*, conformément au vœu du testateur.

PRIX ESTRADE-DELCROS (8000fr).

M. Estrade-Delcros a légué toute sa fortune à l'Institut. Conformément à la volonté du testateur, ce legs a été partagé, par portions égales, entre les cinq classes de l'Institut, pour servir à décerner, *tous les cinq ans*, un prix sur *le sujet que choisira chaque Académie*.

Ce prix ne peut être partagé. Il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1913.

PRIX DANTON (1500fr).

Ce nouveau prix *quinquennal* est destiné à récompenser les travaux relatifs aux phénomènes radiants.

Le prix sera décerné, pour la première fois, en 1913, s'il y a lieu.

PRIX FONDÉ PAR Mme LA MARQUISE DE LAPLACE.

Ce prix, qui consiste dans la collection complète des Ouvrages de Laplace, est décerné, *chaque année*, au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

PRIX FÉLIX RIVOT (2500fr).

Ce prix *annuel* sera partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

---

[1] Le cycle triennal ramenait le prix en 1912, une mesure administrative l'a prorogé à 1913.

PRIX HOULLEVIGUE (5000fr).

Ce prix est décerné à tour de rôle par l'Académie des Sciences et par l'Académie des Beaux-Arts.

L'Académie le décernera, s'il y a lieu, en 1914, dans l'intérêt des Sciences.

PRIX CAMÉRÉ (4000fr).

Ce prix *biennal,* fondé par Mme Vve Caméré, en souvenir et pour perpétuer la mémoire de son mari, ne pourra être donné qu'*à un ingénieur français, qu'il soit ingénieur des Mines, des Ponts et Chaussées, ou ingénieur civil, ayant personnellement conçu, étudié et réalisé un travail quelconque dont l'usage aura entraîné un progrès dans l'art de construire.*

Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1914.

PRIX JÉROME PONTI (3500fr).

Ce prix *biennal* sera décerné, en 1914, *à l'auteur d'un travail scientifique dont la continuation ou le développement seront jugés importants pour la Science.*

PRIX BORDIN (3000fr).

Prix biennal à sujet variable.

L'Académie met au concours, pour l'année 1914, la question suivante :

Étude de la nature et de l'origine des gaz et émanations du globe terrestre.

PRIX SERRES (7500fr).

Ce prix *triennal « destiné à récompenser des travaux sur l'Embryologie » générale appliquée autant que possible à la Physiologie et à la Médecine »* sera décerné en 1914 par l'Académie au meilleur Ouvrage qu'elle aura reçu sur cette importante question.

PRIX JEAN-JACQUES BERGER (15000fr).

Le prix Jean-Jacques Berger est décerné successivement par les cinq Académies à l'Œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris; il sera décerné, s'il y a lieu, par l'Académie des Sciences, en 1914.

Conditions :

— Les concurrents devront justifier de leur qualité de Français.

— Le prix sera toujours décerné intégralement.

— Si le prix n'est pas décerné, des encouragements pourront être accordés.

— Aucun programme n'est imposé : les Œuvres ressortissant à l'Académie décernant le prix seront seules admises au Concours.

PRIX ALHUMBERT (1000fr).

Ce prix *quinquennal*, à sujet variable, sera décerné, s'il y a lieu, en 1915.

La question à traiter sera donnée ultérieurement par l'Académie.

PRIX LECONTE (50000fr).

Ce prix doit être donné, *en un seul prix*, *tous les trois ans*, *sans préférence de nationalité* :

1° Aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en *Mathématiques*, *Physique*, *Chimie*, *Histoire naturelle*, *Sciences médicales ;*
2° Aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

L'Académie décernera le prix Leconte, s'il y a lieu, en 1915.

PRIX JEAN REYNAUD (10000fr).

Mme Vve Jean Reynaud, « voulant honorer la mémoire de son mari et perpétuer son zèle pour tout ce qui touche aux gloires de la France », a fait donation à l'Institut de France d'une rente sur l'État français, de la

somme de *dix mille francs*, destinée à fonder un *prix annuel* qui sera successivement décerné par les cinq Académies « au travail le plus méritant, relevant de chaque classe de l'Institut, qui se sera produit pendant une période de cinq ans ».

« Le prix J. Reynaud, dit la fondatrice, ira toujours à une œuvre originale, élevée et ayant un caractère d'invention et de nouveauté.

» Les Membres de l'Institut ne seront pas écartés du concours.

» Le prix sera toujours décerné intégralement; dans le cas où aucun » Ouvrage ne semblerait digne de le mériter entièrement, sa valeur sera » délivrée à quelque grande infortune scientifique, littéraire ou artistique. »

L'Académie des Sciences décernera le prix Jean Reynaud en 1916.

PRIX DU BARON DE JOEST (2000fr).

Ce prix, décerné successivement par les cinq Académies, est attribué à celui qui, dans l'année, *aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public*. Il sera décerné par l'Académie des Sciences dans sa séance publique de 1916.

FONDS BONAPARTE.

Le prince Roland Bonaparte, par une lettre en date du 23 novembre 1911, publiée dans les *Comptes rendus* de la séance du 27 novembre, a déclaré vouloir mettre à la disposition de l'Académie des Sciences, pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie, cinq nouvelles annuités de *cinquante mille francs*.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou poursuivre leurs investigations.

L'attribution des annuités sera faite par l'Académie tout entière, sur le Rapport d'une Commission spéciale, et aura lieu aux dates suivantes :

15 juillet 1912, 1913, 1914, 1915, 1916.

Aucune subvention ne devra être inférieure à deux mille francs.

Conformément aux dispositions arrêtées dans le Comité secret du 2 mars 1908, confirmées et renouvelées dans le Comité secret du 27 novembre 1911, les personnes qui désireraient recevoir une part de ces subventions devront se conformer aux conditions suivantes :

Les demandes de subvention, qui peuvent être présentées par les candidats, soit directement, soit par l'intermédiaire d'un Membre de l'Académie, devront être adressées à l'Académie, **chaque année, avant le 1er janvier** (¹).

Ces demandes devront contenir un **exposé précis** *des travaux pour lesquels la subvention est demandée et indiquer la somme jugée nécessaire pour les réaliser.*

Les bénéficiaires de subventions devront adresser, dans les 12 mois, à l'Académie un rapport succinct, relatif à la manière dont ils auront employé les ressources mises à leur disposition et aux résultats qu'ils auront obtenus.

Tout bénéficiaire qui n'aurait pas fourni de rapport dans les délais voulus sera exclu du droit de recevoir de nouvelles subventions.

La primeur des découvertes, sous quelque forme que ce soit, sera réservée à l'Académie. La non-observation de cette clause entraînerait pour l'auteur la perte du droit de recevoir de nouvelles subventions.

(¹) Exceptionnellement, pour la première annuité, une prolongation de délai est accordée jusqu'au 1er mars 1912.

CONDITIONS COMMUNES A TOUS LES CONCOURS.

Les pièces manuscrites ou imprimées destinées aux divers concours de l'Académie des Sciences doivent être directement adressées par les auteurs au Secrétariat de l'Institut, avec une lettre constatant l'envoi et indiquant le concours pour lequel elles sont présentées.

Les Ouvrages imprimés doivent être envoyés au nombre de trois exemplaires (*).

Les manuscrits doivent être écrits en français.

Par une mesure générale, l'Académie a décidé que la clôture de tous les concours aura lieu le 31 décembre de l'année qui précède celle où le concours doit être jugé.

Il ne sera tenu aucun compte des demandes ou des écrits envoyés après cette date, alors même que les envois seraient regardés par leurs auteurs comme des additions ou des compléments, ou des rectifications à un travail qu'ils auraient adressé dans les délais de rigueur.

Les concurrents doivent indiquer, par une analyse succincte, la partie de leur travail où se trouve exprimée la découverte sur laquelle ils appellent le jugement de l'Académie.

Les concurrents sont prévenus que l'Académie ne rendra aucun des Ouvrages ou Mémoires envoyés aux concours; les auteurs auront la liberté d'en faire prendre des copies au Secrétariat de l'Institut.

Le même Ouvrage ne pourra pas être présenté, la même année, aux concours de deux Académies de l'Institut.

L'Académie se réserve d'examiner, sans aucune condition de candidature, les titres des savants qui pourraient mériter des prix généraux.

(*) Décision de la Commission administrative, du 3 juillet 1911.

Le montant des sommes annoncées pour les prix n'est donné qu'à titre d'indication subordonnée aux variations du revenu des fondations.

Nul n'est autorisé à prendre le titre de LAURÉAT DE L'ACADÉMIE, s'il n'a été jugé digne de recevoir un PRIX. Les personnes qui ont obtenu des *récompenses,* des *encouragements* ou des *mentions* n'ont pas droit à ce titre.

Nota. — L'Académie a supprimé, depuis l'année 1902, la formalité qui rendait *obligatoire* l'anonymat pour certains concours, avec dépôt d'un pli cacheté contenant le nom de l'auteur. Cette formalité est devenue *facultative.*

LECTURES.

M. **GASTON DARBOUX**, Secrétaire perpétuel, lit un Éloge des *Donateurs de l'Académie.*

G. D. et Ph. v. T.

TABLEAUX
DES PRIX DÉCERNÉS ET DES PRIX PROPOSÉS

DANS LA SÉANCE DU LUNDI 18 DÉCEMBRE 1911.

TABLEAU DES PRIX DÉCERNÉS.

ANNÉE 1911.

GÉOMÉTRIE.

Prix Francœur. — Le prix est attribué à M. *Emile Lemoine*..................... 1275
Prix Bordin. — Le prix est décerné à M. *A. Demoulin*........................ 1275

MÉCANIQUE.

Prix Montyon. — Le prix est décerné à M. *Jouguet*. Une *Récompense* de 500 fr. est accordée à M. *Duchêne*................ 1279
Prix Poncelet. — Le prix est décerné à M. *Rateau*............................ 1281
Prix Vaillant. — Le prix de 1909, prorogé à 1911, est partagé entre MM. *Charles Doyère*, et *Henri Willotte*............... 1281
Prix Vaillant. — Le prix de 1911 est décerné à M. *Liénard*.................... 1286

NAVIGATION.

Prix extraordinaire de la Marine. — L'Académie décerne : un prix de *quinze cents francs* à M. *Charles Doyère*; un prix de *mille francs* à M. *H. Roussilhe;* un prix de *mille francs* à M. *Leparmentier;* un prix de *mille francs* à M. *G. Simonot*; un prix de *sept cent cinquante francs* à M. *Pierre Lemaire*; un prix de *sept cent cinquante francs* à M. *E. Perret*................................ 1289
Prix Plumey. — Un prix de *mille francs* est décerné à M. *R. Lelong*............. 1296

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Le prix n'est pas décerné.................................. 1297
Prix Lalande. — Le prix est décerné à M. *Lewis Boss*.......................... 1298
Prix Valz. — Le prix est décerné à M. *G. Rambaud*............................ 1299
Prix G. de Pontécoulant. — Le prix est décerné à M. *L. Schulof*................ 1300
Prix Damoiseau. — 1° Le prix de 1908, prorogé à 1909 et prorogé de nouveau à 1911, est partagé entre MM. *Millosewitch*, *Witt*, *Lagarde*. — 2° Prix de 1911. Question posée : *Perfectionner les « Tables de Jupiter » de Le Verrier*. Le prix n'est pas décerné. La question est remise au concours pour l'année 1914................. 1300

GÉOGRAPHIE.

Prix Tchihatchef. — Le prix est partagé entre M. *de Schokalsky* et MM. *Deprat* et *Mansuy*................................ 1304
Prix Gay. — Le prix est décerné à M. *Paul Lemoine*............................. 1307

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Le prix est décerné à M. *G.-A. Hemsalech*...................... 1309
Prix Hughes. — Le prix est décerné à M. *Charles Féry*.......................... 1309
Prix Gaston Planté. — Le prix est décerné à M. *Paul Janet*..................... 1311

CHIMIE.

PRIX JECKER. — Le prix est partagé : Un prix de *cinq mille francs* est décerné à M. *Darzens;* un prix de *deux mille cinq cents francs* est décerné à M. *Fosse;* un prix de *deux mille cinq cents francs* est décerné à M. *Tiffeneau*................. 1313
PRIX CAHOURS. — Le prix est partagé également entre M. *Louis Hackspill* et M. *Richard*................................ 1318
PRIX BERTHELOT. — Le prix est décerné à M. *André Wahl*......................... 1318
PRIX MONTYON (Arts insalubres). — Le prix est décerné à M. *Tissot*................ 1318

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

PRIX DELESSE. — Le prix est décerné à M. *Albert Michel-Lévy*.................. 1320
PRIX JOSEPH LABBÉ. — Le prix est décerné à M. *René Nicklès*..................... 1322
PRIX FONTANNES. — Le prix est décerné à M. *Cossmann*.......................... 1324
PRIX VICTOR RAULIN. — Le prix annuel, à sujets alternatifs, destiné en 1911 à récompenser des *travaux relatifs à la Géologie et à la Paléontologie*, est décerné à M. *Emmanuel de Margerie*............ 1325

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES. — Le prix est décerné à M. *C. Sauvageau*...................... 1327
PRIX MONTAGNE. — Le prix n'est pas décerné. Un *Encouragement* de *cinq cents francs* est accordé à M. *Jean Beauverie*. Un *Encouragement* de *cinq cents francs* est accordé à M. *Antoine Lauby*............... 1329
PRIX DE COINCY. — Le prix est décerné à M. *Achille Finet*....................... 1331

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Le prix est décerné à M. *Raoul Anthony*.... 1332
PRIX SAVIGNY. — Le prix est décerné à M. *Ferdinand Canu* 1336
PRIX CUVIER. — Le prix est décerné à M. *L. Cuénot*............................... 1337

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON. — Trois prix, de *deux mille cinq cents francs* chacun, sont décernés à MM. *L. Testut* et *O. Jacob*, *Alexandre Besredka*, *E. Cassaet*. Trois mentions de *quinze cents francs* chacune, sont accordées à MM. *Pierre Nolf*, *Émile Feuillé*, *E. Sacquépée*. Des citations sont accordées à MM. *Léopold-Lévi* et *H. de Rothschild*, *S. Mercadé*, *G. Faroy*, *L. Panisset*.. 1342
PRIX BARBIER. — Le prix est décerné à M. *H. Guilleminot* 1347
PRIX BRÉANT. — Le prix n'est pas décerné. L'Académie décerne, sur les arrérages de la Fondation, un prix de *deux mille francs* à MM. *Auclair* et *Louis Paris;* un prix de *deux mille francs* à M. *Dopter;* un prix de *mille fancs* à M. *M. Duvoir*.......... 1348
PRIX GODARD. — Le prix est décerné à M. *J.-L. Chirié*............................ 1352
PRIX DU BARON LARREY. — Le prix est décerné à MM. *Henri Coullaud* et *Étienne Ginestous;* une mention très honorable est accordée à M. *Maurice Boigey*........... 1353
PRIX BELLION. — Le prix est partagé entre M. et Mme *Henri*, d'une part, et MM. *Courmont* et *Nogier*, d'autre part 1354
PRIX MÈGE. — Le prix n'est pas décerné; le prix annuel (300fr), représenté par les arrérages de la Fondation, est décerné à MM. *P. Nobécourt* et *Prosper Mercklen*. 1356
PRIX CHAUSSIER. — Le prix est décerné à M. *A. Imbert* 1357

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON (Physiologie expérimentale).— Le prix, d'une valeur de 750fr, a été porté pour cette année à 1000fr. Le prix est partagé entre: MM. *Marage* et *Raoul Combes*... 1359
PRIX PHILIPEAUX. — Le prix est partagé entre Mme *Z. Gruzewska* et M. *Maurice Piettre*.................................. 1363
PRIX LALLEMAND. — Le prix est décerné à M. *Henri Piéron;* une mention très honorable est accordée à M. *Maurice Brissot;* une mention honorable est accordée à M. *J. Lévy-Valensi*...................... 1364
PRIX POURAT. — Le prix de 1909, prorogé à 1911, n'est pas décerné; le prix de 1911 n'est pas décerné........................ 1366

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON (Statistique). — Le prix, d'une valeur de 1000fr, est décerné à M. *René Risser;* une mention, d'une valeur de 500fr, est accordée à M. *Charles Heyraud*...... 1367

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX (Histoire des Sciences). — Le prix, d'une valeur de 2000fr a été porté cette année à 3000fr; il est partagé entre M. *Antonio Favaro* et M. *Edmond Bonnet*.... 1373

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE BERTHELOT. — Des médailles Berthelot sont décernées aux lauréats des prix de Chimie, qui ne l'ont pas encore obtenue: MM. *Darzens*, *Tiffeneau*, *Tissot*, *André Wahl*, *Louis Hackspill*, *Richard*........ 1373
PRIX GEGNER. — Ce prix, d'une valeur de 3800fr, est porté pour cette année à 4000fr. Le prix est attribué à M. *J.-H. Fabre*, Correspondant de l'Académie........... 1374
PRIX TRÉMONT. — Le prix est attribué à M. *Charles Frémont*.................. 1374
PRIX LANNELONGUE. — Les arrérages de cette Fondation sont partagés entre Mme *Cusco* et Mme *Rück*............................ 1374
PRIX WILDE. — Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. *Stefanick*; un prix de *deux mille francs* est décerné à M. *A. Trillat*.......................... 1374
PRIX LONCHAMPT. — Le prix est décerné à M. *Mazé*.............................. 1375
PRIX SAINTOUR. — Le prix est décerné à M. *Jules Drach*........................ 1377
PRIX FANNY EMDEN. — Le prix n'est pas décerné. Un encouragement, avec allocation de *deux mille francs*, est accordé à M. *Émile Boirac*, Correspondant de l'Institut; un encouragement, avec allocation de *mille francs*, est accordé à M. *J. Ochorowicz*............................ 1878
PRIX PIERSON-PERRIN. — Le prix est décerné à feu M. *Henri Pellat*.................. 1380
PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences mathématiques). — Le prix est décerné à feu M. *Jules Tannery*, de son vivant Membre de l'Académie............................ 1380
PRIX PETIT D'ORMOY (Sciences naturelles). — Le prix est décerné à M. *Depéret*, Correspondant de l'Académie.................. 1380
PRIX SERRES. — Le prix est décerné à M. *L. Vialleton*............................ 1384
PRIX JEAN REYNAUD. — Le prix est décerné à M. *Émile Picard*, Membre de l'Académie.................................. 1387
PRIX DU BARON DE JOEST. — Le prix, d'une valeur de 2000fr, est porté à 4000fr au moyen des arrérages de la Fondation Leconte. Un prix de *deux mille francs* est décerné à M. *H. Mouton*; un prix de *deux mille francs* est décerné à M. *Charles Tellier*. 1388
PRIX LECONTE. — Le prix est prorogé à l'année 1912.................................. 1391
PRIX LAPLACE (les Œuvres de Laplace). — Le prix est décerné à M. *Georges Perrin*. 1391
PRIX FÉLIX RIVOT. — Le prix est partagé entre MM. *Georges Perrin*. *François Walckenaer*, *Henri Terrisse*, *Jacques Denis*................................... 1392
FONDS BONAPARTE. — Des subventions sont accordées à MM. *Hartmann*, *Alluaud*, *Barbieri*, *Broca* (*André*), *Krempf*, *Solland*, *Topsent*, *Buisson* et *Fabry*, *Gaubert*, *Houard*, *Moureu*.................. 1392

PRIX PROPOSÉS

pour les années 1913, 1914, 1915, 1916 *et* 1917.

GÉOMÉTRIE.

1913. Prix Francœur 1396
1913. Prix Bordin. — Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques 1396
1914. Grand prix des Sciences mathématiques. — *Perfectionner la théorie des fonctions d'une variable qui sont susceptibles de représentations par des séries trigonométriques de plusieurs arguments fonctions linéaires de cette variable.* 1396
1914. Prix Poncelet 1397

MÉCANIQUE.

1913. Prix Montyon 1397
1913. Prix Poncelet 1397
1914. Prix Fourneyron. — Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou explosion 1397
1915. Prix Boileau. — Hydraulique 1398

NAVIGATION.

1913. Prix extraordinaire de six mille francs. — Destiné à récompenser tout progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales 1398
1913. Prix Plumey 1398

ASTRONOMIE.

1913. Prix Pierre Guzman 1399
1913. Prix Lalande 1399
1913. Prix Valz 1399
1913. Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste 1399
1914. Prix Janssen. — Médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique 1400
1914. Prix Damoiseau. — Perfectionner les *Tables de Jupiter* de Le Verrier 1400

GÉOGRAPHIE.

1913. Prix Tchihatchef 1400
Prix Gay. — 1° Question pour 1913 : Étude sur les Reptiles des pays chauds, notamment sur les Reptiles du Mexique 1401
2° Question pour 1914 : Étudier la distribution des forces hydrauliques dans une région de montagnes. Exposer et décrire les méthodes et les instruments employés à cette recherche ....
1914. Prix Binoux 1401
1914. Prix Delalande-Guérineau 1401

PHYSIQUE.

1913. Prix Hébert 1402
1913. Prix Hughes 1402
1913. Prix Gaston Planté 1402
1913. Prix Kastner-Boursault 1402
1913. Prix La Caze 1402
1914. Prix Victor Raulin. — Météorologie et Physique du Globe 1403

CHIMIE.

1913. Prix Jecker 1403
1913. Prix Cahours 1403
1913. Prix Montyon (Arts insalubres) 1403
1913. Prix Vaillant. — Attribué à la découverte d'une couche photographique sans grains visibles, et aussi sensible que le gélatinobromure actuellement en usage 1404
1914. Prix La Caze 1404
1915. Prix Berthelot 1404

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Prix Victor Raulin. — Sujet de 1913 : Géologie et Paléontologie 1404
Sujet de 1917 : Minéralogie et Pétrographie. 1405
1913. Prix Delessé 1405
1913. Prix Joseph Labbé 1405
1914. Prix Fontannes 1405
1917. Prix James Hall 1405

BOTANIQUE.

1913. Prix Desmazières.................... 1406
1913. Prix Montagne.................... 1406
1913. Prix de Coincy.................... 1406
1913. Grand prix des Sciences physiques. — Étude de la Flore de l'Afrique occidentale française.................... 1406
1913. Prix Thore.................... 1407
1913. Prix de la Fons-Mélicocq.................... 1407

ÉCONOMIE RURALE.

1913. Prix Bigot de Morogues.................... 1407

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

1913. Prix Savigny.................... 1407
1913. Prix Cuvier.................... 1408
1914. Prix Thore.................... 1408
1915. Prix da Gama Machado.................... 1408

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

1913. Prix Montyon.................... 1408
1913. Prix Barbier.................... 1409
1913. Prix Bréant.................... 1409
1913. Prix Godard.................... 1409
1913. Prix du baron Larrey.................... 1410
1913. Prix Bellion.................... 1410
1913. Prix Mège.................... 1410
1913. Prix Argut.................... 1410
1915. Prix Chaussier.................... 1410
1915. Prix Dusgate.................... 1411

PHYSIOLOGIE.

1913. Prix Montyon.................... 1411
1913. Prix Philipeaux.................... 1411
1913. Prix Lallemand.................... 1411
1913. Prix Pourat. — L'Académie remet au concours la question posée en 1910 : « *Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.* ».................... 1411
1914. Prix L. La Caze.................... 1412
1914. Prix Martin-Damourette.................... 1412

STATISTIQUE.

1913. Prix Montyon.................... 1412

HISTOIRE DES SCIENCES.

1913. Prix Binoux.................... 1413

PRIX GÉNÉRAUX.

Médaille Arago.................... 1413
Médaille Lavoisier.................... 1413
1913. Médaille Berthelot.................... 1413
1913. Prix Henri Becquerel.................... 1414
1913. Prix Gegner.................... 1414
1913. Prix Lannelongue.................... 1414
1913. Prix Gustave Roux.................... 1415
1913. Prix Trémont.................... 1415
1913. Prix Wilde.................... 1415
1913. Prix Lonchampt.................... 1416
1913. Prix Saintour (Sciences mathémat.). 1416
1913. Prix Victor Raulin.................... 1416
1913. Prix Fanny Emden.................... 1417
1913. Prix Petit d'Ormoy.................... 1418
1913. Prix Pierson-Perrin.................... 1418
1913. Prix Parkin.................... 1418
1913. Prix Estrade-Delcros.................... 1419
1913. Prix Danton.................... 1419
1913. Prix de Laplace.................... 1419
1913. Prix Félix Rivot.................... 1419
1914. Prix Houllevigue.................... 1420
1914. Prix Caméré.................... 1420
1914. Prix Jérome Ponti.................... 1420
1914. Prix Bordin (Sciences physiques). — « Étude de la nature et de l'origine des gaz et émanations du globe terrestre. »
1914. Prix Serres.................... 1420
1914. Prix Jean-Jacques Berger.................... 1421
1915. Prix Alhumbert.................... 1421
1915. Prix Leconte.................... 1421
1916. Prix Jean Reynaud.................... 1421
1916. Prix du Baron de Joest.................... 1422

Fonds Bonaparte.

1912, 1913, 1914, 1915, 1916.

Cinq nouvelles annuités de *cinquante mille francs* ont été mises à la disposition de l'Académie par le prince Roland Bonaparte pour l'encouragement des *recherches scientifiques* parmi les travailleurs n'appartenant pas à cette Compagnie.

Ces subventions ont exclusivement pour but de provoquer des découvertes en facilitant la tâche de chercheurs qui auraient déjà fait leurs preuves en des travaux originaux et qui manqueraient des ressources suffisantes pour entreprendre ou doursuivre leurs investigations.

Conditions communes à tous les concours.................... 1424
Avis relatif au titre de *Lauréat de l'Académie*.................... 1425

TABLEAU PAR ANNÉE

DES PRIX PROPOSÉS POUR 1913, 1914, 1915, 1916 ET 1917.

1913

GÉOMÉTRIE.

Prix Francœur.
Prix Bordin. — Perfectionner en quelque point important la théorie arithmétique des formes non quadratiques.

MÉCANIQUE.

Prix Montyon.
Prix Poncelet. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile au progrès des Sciences mathématiques appliquées.

NAVIGATION.

Prix extraordinaire de six mille francs. — Progrès de nature à accroître l'efficacité de nos forces navales.
Prix Plumey. — Décerné à l'auteur du perfectionnement des machines à vapeur ou de toute autre invention qui aura le plus contribué aux progrès de la navigation à vapeur.

ASTRONOMIE.

Prix Pierre Guzman. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de communiquer avec un astre autre que Mars.
A défaut de ce prix, les intérêts cumulés pendant cinq ans seront attribués, en 1910, à un savant qui aura fait faire un progrès important à l'Astronomie.
Prix Lalande.
Prix Valz.
Prix G. de Pontécoulant. — Mécanique céleste.

GÉOGRAPHIE.

Prix Tchihatchef. — Destiné aux naturalistes de toute nationalité qui auront fait, sur le continent asiatique (ou îles limitrophes), des explorations ayant pour objet une branche quelconque des Sciences naturelles, physiques ou mathématiques.
Prix Gay. — Étude sur les Reptiles des pays chauds, notamment sur les Reptiles du Mexique.

PHYSIQUE.

Prix Hébert. — Décerné à l'auteur du meilleur traité ou de la plus utile découverte pour la vulgarisation et l'emploi pratique de l'Électricité.
Prix Hughes. — Décerné à l'auteur d'une découverte ou de travaux qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.
Prix Gaston Planté. — Destiné à l'auteur français d'une découverte, d'une invention ou d'un travail important dans le domaine de l'Électricité.
Prix Kastner-Boursault. — Décerné à l'auteur du meilleur travail sur les applications diverses de l'Électricité dans les Arts, l'Industrie et le Commerce.

CHIMIE.

Prix Jecker. — Chimie organique.
Prix Cahours.
Prix Montyon. — Arts insalubres.
Prix Vaillant. — Le prix sera décerné à l'auteur de la découverte d'une couche photographique sans grains visibles, et aussi sensible que le gélatino-bromure actuellement en usage.

MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

Prix Victor Raulin. — Géologie et Paléontologie.
Prix Delesse. — Décerné à l'auteur, français ou étranger, d'un travail concernant les Sciences géologiques ou, à défaut, d'un travail concernant les Sciences minéralogiques.
Prix Joseph Labbé. — Décerné à l'auteur de travaux géologiques ou de recherches ayant contribué à la mise en valeur des richesses minières de la France, de ses colonies et de ses protectorats.

BOTANIQUE.

PRIX DESMAZIÈRES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage le plus utile sur tout ou partie de la Cryptogamie.

PRIX MONTAGNE. — Décerné aux auteurs de travaux importants ayant pour objet l'Anatomie la Physiologie, le développement ou la description des Cryptogames inférieurs.

PRIX DE COINCY. — Décerné à un Ouvrage de Phanérogamie écrit en latin ou en français.

GRAND PRIX DES SCIENCES PHYSIQUES. — Étude de la Flore de l'Afrique occidentale française.

PRIX THORE. — Décerné à l'auteur de travaux sur les Cryptogames cellulaires d'Europe.

PRIX DE LA FONS-MÉLICOCQ. — Décerné au meilleur Ouvrage de Botanique sur le nord de la France, c'est-à-dire sur les départements du Nord, du Pas-de-Calais, des Ardennes, de la Somme, de l'Oise et de l'Aisne.

ÉCONOMIE RURALE.

PRIX BIGOT DE MOROGUES. — Décerné à l'auteur de l'Ouvrage qui aura fait faire le plus de progrès à l'Agriculture en France.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

PRIX SAVIGNY, fondé par Mlle Letellier. — Décerné à deux jeunes zoologistes voyageurs qui ne recevront pas de subvention du Gouvernement et qui s'occuperont plus spécialement des animaux sans vertèbres de l'Egypte et de la Syrie.

PRIX CUVIER. — Destiné à récompenser l'Ouvrage le plus remarquable sur la Paléontologie zoologique, l'Anatomie comparée ou la Zoologie.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

PRIX MONTYON.

PRIX BARBIER. — Décerné à celui qui fera une découverte précieuse dans les Sciences chirurgicale, médicale, pharmaceutique, et dans la Botanique ayant rapport à l'art de guérir.

PRIX BRÉBANT. — Décerné à celui qui aura trouvé le moyen de guérir le choléra asiatique.

PRIX GODARD. — Sur l'anatomie, la physiologie et la pathologie des organes génito-urinaires.

PRIX DU BARON LARREY. — Sera décerné à un médecin ou à un chirurgien des armées de terre ou de mer pour le meilleur Ouvrage présenté à l'Académie et traitant un sujet de Médecine, de Chirurgie ou d'Hygiène militaire.

PRIX BELLION, fondé par M[lle] Foehr. — Décerné à celui qui aura écrit des Ouvrages ou fait des découvertes surtout profitables à la santé de l'homme ou à l'amélioration de l'espèce humaine.

PRIX MÈGE. — Décerné à celui qui aura continué et complété l'essai du D[r] Mège sur les causes qui ont retardé ou favorisé les progrès de la Médecine.

PRIX ARGUT. — Ce nouveau prix est destiné à récompenser « *le savant qui aura fait une découverte guérissant une maladie ne pouvant jusqu'alors être traitée que par la Chirurgie et agrandissant ainsi le domaine de la Médecine* ».

PHYSIOLOGIE.

PRIX MONTYON. — Physiologie expérimentale.

PRIX LALLEMAND. — Destiné à récompenser ou encourager les travaux relatifs au système nerveux, dans la plus large acception des mots.

PRIX POURAT. — L'Académie remet au concours la question posée en 1910 : « *Action qu'exercent les rayons X et les rayons du radium sur le développement et la nutrition des cellules vivantes.* »

STATISTIQUE.

PRIX MONTYON.

HISTOIRE DES SCIENCES.

PRIX BINOUX.

PRIX GÉNÉRAUX.

MÉDAILLE ARAGO. — Cette médaille sera décernée par l'Académie chaque fois qu'une découverte, un travail ou un service rendu à la Science lui paraîtront dignes de ce témoignage de haute estime.

MÉDAILLE LAVOISIER. — Cette médaille sera décernée par l'Académie tout entière, aux époques que son Bureau jugera opportunes et sur sa proposition, aux savants qui auront rendu à la Chimie des services éminents, sans distinction de nationalité.

MÉDAILLE BERTHELOT. — Attribuée, sur la proposition du Bureau de l'Académie, à des lauréats de prix de Chimie.

PRIX HENRI BECQUEREL. — Ce nouveau prix a pour objet de favoriser le progrès des Sciences.

PRIX GEGNER. — Destiné à soutenir un savant qui se sera distingué par des travaux sérieux poursuivis en faveur du progrès des Sciences positives.

PRIX LANNELONGUE. — Donné pour un but utile, de préférence toutefois pour une œuvre humanitaire d'assistance.

PRIX GUSTAVE ROUX. — Destiné à récompenser un jeune savant dont les travaux auront paru remarquables à l'Académie.

PRIX TRÉMONT. — Destiné à tout savant, artiste ou mécanicien auquel une assistance sera nécessaire pour atteindre un but utile et glorieux pour la France.

PRIX H. WILDE.

Prix Longchampt.

Prix Saintour. — Travaux ressortissant à la Division des Sciences mathématiques.

Prix Victor Raulin.

Prix Fanny Emden. — Ce nouveau prix « *est destiné à récompenser le meilleur travail traitant de l'hypnotisme, de la suggestion et, en général, des actions physiologiques qui pourraient être exercées à distance sur l'organisme animal* ».

Prix Petit d'Ormoy. — Sciences mathématiques pures ou appliquées et Sciences naturelles.

Prix Pierson-Perrin. — Décerné au Français qui aura fait la plus belle découverte dans le domaine de la Mécanique ou de la Physique.

Prix Parkin. — Sur les effets de l'action volcanique dans la production de maladies épidémiques dans le monde animal et le monde végétal, et dans celle des ouragans et des perturbations atmosphériques anormales.

Prix Estrade-Delcros.

Prix Danton. — Ce nouveau prix est destiné à récompenser les travaux relatifs aux phénomènes radiants.

Prix Laplace. — Décerné au premier élève sortant de l'École Polytechnique.

Prix Rivot. — Partagé entre les quatre élèves sortant chaque année de l'École Polytechnique avec les nos 1 et 2 dans les corps des Mines et des Ponts et Chaussées.

Fonds Bonaparte. — Subventions pour encourager les recherches scientifiques.

1914

Grand Prix des Sciences mathématiques. — Perfectionner la théorie des fonctions d'une variable qui sont susceptibles de représentations par des séries trigonométriques de plusieurs arguments fonctions linéaires de cette variable.

Prix Poncelet. — Mathématiques pures.

Prix Fourneyron. — Étude théorique et expérimentale de la question des turbines à combustion ou explosion.

Prix Janssen. — Une médaille d'or destinée à récompenser la découverte ou le travail faisant faire un progrès important à l'Astronomie physique.

Prix Damoiseau. — Perfectionner les *Tables de Jupiter*, de Le Verrier.

Prix Gay. — Étudier la distribution des forces hydrauliques dans une région de montagnes. Exposer et décrire les méthodes et les instruments employés à cette recherche.

Prix Binoux. — Géographie et Navigation.

Prix Delalande-Guérineau. — Décerné au voyageur français ou au savant qui, l'un ou l'autre, aura rendu le plus de services à la France ou à la Science.

Prix L. La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physique.

Prix Victor Raulin. — Météorologie et Physique du globe.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Chimie.

Prix Fontannes. — Destiné à récompenser l'auteur de la meilleure publication paléontologique

Prix James Hall. — Décerné à la meilleure thèse de Géologie publiée dans le cours des cinq dernières années.

Prix Thore. — Décerné au meilleur travail sur les mœurs et l'anatomie d'une espèce d'insectes d'Europe.

Prix La Caze. — Décerné aux Ouvrages ou Mémoires qui auront le plus contribué aux progrès de la Physiologie.

Prix Martin-Damourette. — Physiologie thérapeutique.

Prix Pourat. — Question à poser.

Prix Saintour. — Travaux ressortissant à la Division des Sciences physiques.

Prix Houllevigue.

Prix Caméré.

Prix Jérôme Ponti.

Prix Bordin (Sciences physiques). — Étude de la nature et de l'origine des gaz et émanations du Globe terrestre.

Prix J.-J. Berger. — Décerné à l'œuvre la plus méritante concernant la Ville de Paris.

Prix Serres. — Décerné au meilleur Ouvrage sur l'Embryologie générale appliquée, autant que possible à la Physiologie et à la Médecine.

Fonds Bonaparte. — Subventions pour encourager les recherches scientifiques.

1915

Prix Boileau. — Hydraulique.

Prix Berthelot. — Attribué à des travaux de synthèse chimique.

Prix Da Gama Machado. — Décerné aux meilleurs Mémoires sur les parties colorées du système tégumentaire des animaux ou sur la matière fécondante des êtres animés.

Prix Chaussier. — Décerné à l'auteur du meilleur Ouvrage, soit sur la Médecine légale, soit sur la Médecine pratique, qui aura paru pendant les quatre années qui auront précédé le jugement de l'Académie.

Prix Dusgate. — Décerné au meilleur Ouvrage sur les signes diagnostiques de la mort et sur les moyens de prévenir les inhumations précipitées.

Prix Alhumbert.

Fonds Bonaparte. — Subventions pour encourager les recherches scientifiques.

PRIX LECONTE. — Décerné : 1° aux auteurs de découvertes nouvelles et capitales en Mathématiques, Physique, Chimie, Histoire naturelle, Sciences médicales ; 2° aux auteurs d'applications nouvelles de ces sciences, applications qui devront donner des résultats de beaucoup supérieurs à ceux obtenus jusque-là.

1916

PRIX PARKIN. — Destiné à récompenser, cette année, des recherches sur les effets curatifs du carbone sous ses diverses formes.

PRIX JEAN REYNAUD. — Décerné à l'auteur du travail le plus méritant qui se sera produit pendant une période de cinq ans.

PRIX DU BARON DE JOEST. — Décerné à celui qui, dans l'année, aura fait la découverte ou écrit l'Ouvrage le plus utile au bien public.

FONDS BONAPARTE. — Subventions pour encourager les recherches scientifiques.

1917.

PRIX VICTOR RAULIN. — Minéralogie et Pétrographie.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 26 DÉCEMBRE 1911.

PRÉSIDENCE DE M. ARMAND GAUTIER.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Après le dépouillement de la Correspondance, M. le Président annonce en ces termes à l'Académie la mort de quatre de ses membres :

Messieurs,

La mort vient de nous frapper bien cruellement! Le 12 de ce mois nous recevions la nouvelle du décès de Sir Joseph Dalton Hooker, notre illustre Associé étranger. Le 18 disparaissait un autre grand botaniste, notre cher confrère Bornet. Depuis, deux nouveaux noms sont venus s'ajouter à cette liste funèbre : ceux de MM. Radau et Lannelongue. Puisse la présente année ne pas nous apporter l'annonce de nouveaux malheurs !

Dans le discours prononcé en séance publique le 18, j'ai déjà dit tous les regrets que nous inspire la perte de Sir J. Dalton Hooker (1) ; il avait remplacé Bunsen sur nos listes d'Associés étrangers. Il meurt entouré de considération et d'honneurs, en laissant après lui une œuvre magnifique.

J. B. Edouard Bornet, qui le suit de si près dans la tombe, était une des gloires de la botanique française.

Ses travaux de cryptogamie et d'algologie lui avaient acquis une universelle renommée. La découverte du mécanisme si extraordinaire de la fécondation dans le groupe des Algues floridées jeta, il y a plus de quarante années, un vif éclat sur les noms de Bornet et de Thuret, son collaborateur. Leurs études sur la vaste classe des Algues furent réunies dans deux beaux Ouvrages : *Études phycologiques* et *Notes algologiques*.

---

(1) Voir ce Volume, p. 1265.

Une autre série de travaux compléta la réputation de Bornet : Je veux parler de ses recherches relatives aux Lichens. Il établit, après de Bary et Schwendener, mais d'une façon incontestable et pour plus de 60 genres, que les Lichens résultent de la symbiose d'une Algue à chlorophylle et d'un Champignon, l'un hébergeant l'autre et vivant des matériaux fournis par son conjoint.

Dans de très intéressants Mémoires, Bornet avait aussi étudié quelques Phanérogames singulières : le *Phucagrostis*, qui habite en pleine Méditerranée et fleurit sur les eaux chaque 5 à 6 ans; les Cistes hybrides, qu'on avait pris avant lui pour autant d'espèces, etc.

Ces beaux travaux avaient fait universellement connaître le nom de Bornet. Il était membre de beaucoup d'Académies étrangères, en particulier de la Société royale de Londres.

Bornet n'avait jamais rempli de fonctions dans l'Enseignement officiel. Avec une inlassable bonté, il lui suffisait d'être l'éducateur et le généreux conseiller de tous ceux qui venaient lui demander l'aide de son vaste savoir et de son expérience. Sa modestie égalait son mérite. Nous perdons en lui l'un de nos Collègues les plus estimés et les plus sympathiques.

M. Radau, de la Section d'Astronomie, qui nous a été enlevé le 21 de ce mois, fut l'un des savants les plus universels et les plus discrets de notre temps. Nul n'a fait moins de bruit et plus de travail. Ses Mémoires ont enrichi les Mathématiques pures, éclairé la Mécanique céleste, l'Astronomie pratique, la Météorologie, la Physique, l'Histoire et la Philosophie des Sciences.

Vous parlerai-je de ses simplifications du calcul du problème astronomique fondamental, celui des trois corps, de ses formules de correction des éléments des corps célestes en partant d'un ensemble d'observations approchées, de ses méthodes d'interpolation, etc. Je ne me sens pas de compétence pour le faire.

Avec une critique et une patience rares, M. Radau réussit à construire des *Tables de réfraction*, qui permettent, en tenant compte de la température, de la pression et de l'humidité de l'air, de corriger avec exactitude les observations astronomiques que rend très incorrectes la réfraction des milieux, surtout dès qu'on se rapproche de l'horizon.

Il est aussi l'auteur de belles recherches relatives aux irrégularités à longue période du mouvement de la Lune, aux déplacements séculaires de l'écliptique, à la figure réelle de la Terre, etc.

On lui doit des études d'acoustique, de photochimie, d'actinométrie, de conductibilité pour la chaleur, de météorologie, études toujours présentées avec une clarté et une originalité singulières.

Quoique d'origine germanique, Radau était depuis plus d'un demi-siècle naturalisé français. Né à Angerburg, le 22 janvier 1835, il décédait le 21 de ce mois.

Le lendemain, nous recevions la triste nouvelle de la mort de notre savant et bien regretté confrère de la Section de Médecine et Chirurgie, M. O. Lannelongue.

Il avait succédé, à l'Académie, à son maître Verneuil. Il en avait gardé la tradition, non point seulement d'impeccable habileté chirurgicale, mais de fin théoricien, sachant rattacher le fait observé à la physiologie et à la pathologie générales et le soumettre, lorsqu'il faut, au contrôle expérimental.

Après quelques recherches sensationnelles sur l'anatomie du cœur, parculièrement de ses oreillettes, entrant résolument dans la voie de la chirurgie, Lannelongue publiait une série de recherches sur les maladies du testicule, les mécanismes du rétrécissement du rectum, etc. Mais bientôt devenu chirurgien d'un hôpital d'enfants, toutes ses pensées se portèrent vers l'étude des maladies du jeune âge.

On connaissait, certes, avant lui, les maladies des os, leurs altérations multiples : rachitiques, syphilitiques, tuberculeuses, inflammatoires, etc. Mais la plupart de leurs manifestations restaient confondues, le critérium de leur pathogénie et de leur spécificité manquant ou restant le plus généralement négligé. Lannelongue parvint, par l'observation et l'expérimentation, à distinguer chacune de ces affections de l'os et à les rattacher à leurs causes spécifiques. Il établit que l'inflammation proprement dite de l'os siège principalement dans la moelle; il montra que tous les microbes pyogènes s'y cultivent et peuvent engendrer l'inflammation et la suppuration. Il définit et sépara nettement les altérations syphilitiques héréditaires tardives de l'ostéomyélite et de la gomme tuberculeuse qui devient plus tard l'abcès froid. Il fit connaître en même temps une méthode de traitement de cette triste et tenace maladie, la méthode dite *sclérogène;* elle a pour but de faire naître sur place un état inflammatoire puissant, qui détruit la paroi membraneuse de l'abcès, siège actif de la reproduction du microbe spécifique.

Le *Traité des affections congénitales* de Lannelongue relate toutes les ano-

malies et monstruosités que, dans sa longue carrière, il a eu l'occasion d'observer. C'est une œuvre bien personnelle et précieuse.

La notoriété de Lannelongue était universelle. En 1900, il présida le *Congrès international de Médecine* tenu à Paris. Depuis 1906, il était sénateur du Gers. Il prenait au Sénat une part active à toutes les questions qui intéressent la médecine et l'hygiène publiques. Dans ces derniers temps, il avait eu l'iniative d'une hardie proposition destinée à combattre le fléau de la dépopulation.

Lannelongue est un des bienfaiteurs de notre Académie. Sa générosité égalait sa science. En 1898, il fondait, aux Gobelins, le *Dispensaire-Hôpital Marie Lannelongue* en l'honneur de sa bien regrettée et digne compagne. Puis, ce fut l'*Œuvre des jeunes convalescentes*, etc. Son activité prenait toutes les formes. Les plus sincères regrets resteront dans nos cœurs de la disparition de ce savant éminent, de ce parfait homme de bien.

La séance sera levée en signe de deuil aussitôt après les élections inscrites à l'ordre du jour.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie le Tome X des *Observations* de l'Observatoire d'Abbadia : *Observations faites au cercle méridien en* 1910 *par* MM. Verschaffel, Lahourcade, Beigbeder, Sorreguieta, Navarron, Exposito, publiées par M. **A.** Verschaffel, Directeur de l'Observatoire.

PHYSIQUE. — *Sur un cas particulier de l'action intercathodique.* Note de M. **Gouy**.

1. Je me suis occupé des relations existant entre l'action intercathodique (¹) et les effets que montrent les ampoules de Crookes, quand les deux électrodes sont des cylindres, dont l'axe commun a la direction du champ magnétique (la cathode étant intérieure à l'anode). M. Eugène Bloch, qui a étudié ces phénomènes (²), considère chaque électron émis par la cathode comme décrivant une courbe spirale plane, ayant pour

(¹) *Comptes rendus*, 20 juin 1910 et 10 avril 1911.
(²) *Ibid.*, 7 novembre 1910 et 23 janvier 1911; *Journal de Physique,* mars 1911.

asymptote un cercle, dont le rayon R est donné par l'équation

$$\text{(1)} \qquad R - \frac{a^2}{R} = \frac{1}{H}\sqrt{\frac{8mV}{e}},$$

a désignant le rayon de la cathode, H le champ magnétique et V l'excès du potentiel électrique du point considéré sur celui de la cathode, excès qui ne dépend que de la distance r à l'axe du système.

Malgré les analogies expérimentales, ce cas resterait ainsi en dehors de l'énoncé général que j'ai donné pour l'action intercathodique ([1]); mais cela n'est dû qu'à la forme attribuée à la trajectoire de l'électron. En réalité, celle-ci ne peut avoir, en général, pour asymptote le cercle de rayon R, car, si l'électron décrivait ce cercle, on aurait la relation

$$\text{(2)} \qquad e\frac{dV}{dr} + \frac{mv^2}{R} = evH,$$

où v est la vitesse de l'électron, égale à $\sqrt{\frac{2eV}{m}}$. Le mouvement sur une courbe très peu différente de ce cercle exigerait donc qu'il y eût sensiblement cette relation (2) entre V et sa dérivée, et sera impossible, en général.

2. En reprenant le calcul au moyen des équations différentielles usuelles, et passant aux coordonnées polaires (ω, r), on obtient aisément l'équation

$$\text{(3)} \qquad \frac{d\omega}{dt} = \frac{eH}{2m}\,\frac{r^2 - a^2}{r^2},$$

et par suite, en appelant α l'angle de la trajectoire et du rayon vecteur,

$$\text{(4)} \qquad \sin\alpha = \left(r - \frac{a^2}{r}\right)\sqrt{\frac{eH^2}{8mV}};$$

d'où l'équation de la trajectoire

$$\text{(5)} \qquad \omega = \pm\int_a^r \frac{\operatorname{tang}\alpha}{r}\,dr \pm 2n\Omega + \text{const.},$$

Ω désignant la valeur que prend l'intégrale, quand R est sa limite supérieure, et n étant zéro ou un entier quelconque.

([1]) Existence d'un maximum de potentiel en un point de la trajectoire de l'électron (*loc. cit.*).

L'électron part normalement de la cathode en un point A, touche le cercle de rayon R en un point B, puis revient à la cathode en un point C, en décrivant une branche de courbe symétrique de la branche AB. Du point C, il repart pour une nouvelle course ([1]), faisant ainsi une suite de bonds égaux qui le ramènent chaque fois à la cathode et lui font toucher le cercle de rayon R, qui est donc l'*enveloppe* des trajectoires. La forme générale de la courbe rappelle un peu l'épicycloïde décrite par un point d'un cercle roulant sur la cathode. Les intervalles angulaires de A à B et de B à C sont égaux à Ω, qui a une valeur finie, sauf dans le cas limite où l'équation (2) est satisfaite.

Comme exemple très simple, on peut citer le cas où le champ électrique n'est sensible que dans une couche très mince, au contact de la cathode. La trajectoire est alors formée d'arcs de cercle, dont les extrémités rencontrent normalement la cathode.

On voit, en résumé, que l'*électron passe par un maximum de potentiel*, en touchant le cercle-enveloppe; ces phénomènes doivent donc être rattachés à l'action intercathodique, dont ils forment un cas particulier et, à certains égards, exceptionnel.

3. La trajectoire que nous venons de calculer se retrouve dans d'autres problèmes. Supposons, par exemple, que l'ampoule définie plus haut soit maintenant placée de telle sorte que son axe soit perpendiculaire au champ magnétique. Un plan M, passant par cet axe et normal au champ magnétique, sera un plan de symétrie. L'électron émis par la cathode dans ce plan décrira la trajectoire définie par les formules précédentes, où R et a sont infinis ([2]), leur différence $R - a$ étant donnée par l'équation (1) qui devient

$$R - a = \frac{1}{H}\sqrt{\frac{2mV}{e}}. \qquad (1\ bis)$$

Or $R - a$ est la distance à la cathode du cercle-enveloppe, qui est ici réduit à une droite parallèle à l'axe.

J'ai mentionné ce cas parce que *le cercle-enveloppe devient alors visible*. On peut en effet voir et photographier les caustiques des trajectoires des

---

([1]) Si toutefois la cathode ne la retient pas.

([2]) a ne désigne plus ici le demi-diamètre du fil qui forme la cathode, mais le rayon de la circonférence dont celle-ci forme un élément.

électrons émis par la cathode [1]. L'intersection de ces caustiques par le plan M donne deux droites, dont la distance à la cathode est $R - a$ et peut être mesurée sur la figure; on connaîtra donc en ces points la valeur du potentiel V.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthylates de calcium.* Note de M. **de Forcrand.**

Dans un récent Mémoire [2], M. Chablay a bien voulu rappeler mes anciennes expériences sur les éthylates alcalino-terreux.

En réalité ce que j'en ai publié, vers 1895, est très incomplet. J'avais repris ces recherches il y a une dizaine d'années, mais sans en faire connaître les résultats. Ce qui m'en avait détourné c'est, d'une part, qu'au printemps de 1903 M. G. Doby annonça dans un Mémoire détaillé un assez grand nombre de faits que je venais de constater, et, d'autre part, que certains phénomènes d'altération progressive de ces éthylates me paraissaient alors inexplicables.

La question reprend quelque intérêt à la suite des très intéressants travaux de M. Chablay; en outre les récentes et belles recherches de M. Senderens et de MM. P. Sabatier et Mailhe me paraissent expliquer mes anciennes expériences.

C'est pourquoi je demande à l'Académie de faire connaître les faits et remarques qui suivent :

Il est d'abord un fait certain, c'est que toutes les fois qu'un alcool réagira soit sur un métal alcalino-terreux, soit sur son hydrure, son acétylure, son amidure, on obtiendra, au début du moins, un éthylate véritable, $(C^2H^5O)^2Ca$, par exemple.

Et comme les alcoolates ont une très grande tendance à fixer un excès d'alcool, le composé isolé sera $(C^2H^5O)^2Ca + nC^2H^6O$.

C'est en effet ce que j'ai constaté, il y a dix ans, avec les premiers échantillons de calcium (cristaux ou disques) obtenus par Moissan, puis avec le calcium de Bitterfeld, avec l'hydrure, avec l'acétylure; M. G. Doby l'a vérifié avec l'amidure; MM. Perkin et Pratt, et beaucoup d'autres sans doute, l'ont constaté de nouveau avec le métal.

Et les cristaux qui se déposent de la dissolution ont pour formule

$$(C^2H^5O)^2Ca + 2C^2H^6O.$$

I. Mais les difficultés commencent lorsqu'il s'agit d'éliminer l'éthanol en excès.

---

(1) Figure 4 de mon Mémoire : *Sur la structure et les propriétés des rayons magnéto-cathodiques dans un champ uniforme* (*Le Radium*, avril 1911).

(2) *Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 819.

M. Doby les a à peine aperçues parce qu'il éliminait l'alcool par l'action rapide d'une chaleur modérée (en chauffant à 50° pendant quelques instants dans un courant de gaz inerte).

On obtient alors en effet un éthylate *presque* pur : $(C^2H^5O)^2Ca$. Mais au début, vers 1901, j'opérais autrement et je cherchais à chasser l'éthanol à froid, en plaçant le produit sous une cloche en présence d'acide sulfurique. C'est alors qu'apparaissent les phénomènes singuliers dont j'ai parlé.

Si l'on suit, par des dosages fréquents du calcium, la marche de la transformation, on trouve que, partant de 18 à 20 pour 100 de calcium, on arrive, en quelques heures, à 30 pour 100, puis, au bout de 2 ou 3 jours, à 35 pour 100 environ. L'analyse complète du résidu conduit alors à la formule $C^8H^{24}Ca^3O^7$, soit

$$4C^2H^6O + 3CaO,$$

analogue à celle des éthylates et méthylates :

$$4C^2H^6O + 3BaO,$$
$$4CH^4O + 3BaO$$

que j'ai obtenus il y a longtemps par l'action de la baryte sur les alcools correspondants.

Et comme, à partir de ce moment, la marche du phénomène se ralentit beaucoup, j'avais d'abord pensé que la limite était atteinte.

En réalité elle ne l'est pas. Après trois ou quatre semaines, on trouve 38 à 39 pour 100 de calcium et la formule $C^2H^{10}Ca^2O^5$, soit

$$C^2H^6O + 2CaO + 2H^2O.$$

Enfin, ce même produit, conservé de la même manière depuis 1905, m'a donné ces derniers jours $C^2H^{10}Ca^3O^6$, soit

$$C^2H^6O + 3CaO + 2H^2O,$$

avec 48 pour 100 de calcium. Et la limite n'est probablement pas atteinte, le terme devant être un produit complètement exempt de carbone et ne renfermant plus que de la chaux et de l'eau.

D'autres substances pourraient sans doute être rapprochées des précédentes, par exemple un produit secondaire décrit soit par M. Doby :

$$3C^2H^6O + CaO,$$

soit en 1882, par Destrem (action de CaO en tube scellé sur l'éthanol en

excès) :

$$2C^2H^6O + CaO.$$

II. Mais il est aisé de comprendre que toutes ces formules peuvent être écrites de deux manières, soit comme je l'ai fait jusqu'ici, soit en considérant ces produits comme formés par l'addition du véritable éthylate $(C^2H^5O)^2Ca$ avec de l'oxyde de calcium et de l'eau.

De sorte qu'en partant du composé initial

$$(C^2H^5O)^2Ca + 2C^2H^6O,$$

on peut dresser la liste suivante des cinq produits qui en dérivent, avec les deux formules qui peuvent en représenter la composition (1) :

(*a*)	$3C^2H^6O,\ CaO$	ou	$(C^2H^5O)^2Ca + H^2O + C^2H^6O,$
(*b*)	$4C^2H^6O,\ 3CaO$	ou	$2(C^2H^5O)^2Ca + CaO + 2H^2O,$
(*c*)	$C^2H^6O,\ CaO$	ou	$(C^2H^5O)^2Ca + CaO + H^2O,$
(*d*)	$C^2H^6O,\ 2CaO,\ 2H^2O$	ou	$(C^2H^5O)^2Ca + 3CaO + 5H^2O,$
(*e*)	$C^2H^6O,\ 3CaO,\ 2H^2O$	ou	$(C^2H^5O)^2Ca + 5CaO + 5H^2O.$

III. Quant au mécanisme de cette dérivation, j'en trouve l'explication dans les publications récentes de M. Senderens et de MM. Sabatier et Mailhe. C'est la formation catalytique de l'oxyde d'éthyle et de l'éthylène (absorbés à mesure par l'acide sulfurique) par l'action de la chaux sur l'éthanol et sur l'éthylate.

Remarquons que, dès le début, nos substances se trouvent toujours en présence de chaux libre, les matières premières (Ca, CaH^2, CaC^2, etc.) en contenant inévitablement un peu, ce qui suffit pour amorcer la réaction ; puis l'éthylate se scindant en oxyde d'éthyle et chaux, la dose d'oxyde augmente progressivement.

Il est aisé de représenter par une équation telle que

$$6[(C^2H^5O)^2Ca + 2C^2H^6O] = (C^2H^5O)^2Ca + 5CaO + 5H^2O,$$

avec élimination de 10 $(C^2H^5)^2O$ et de 2 C^2H^6O, par exemple le passage du composé initial au produit final *e* obtenu, ou toute transformation intermédiaire.

Ens omme l'éthylate de calcium $(C^2H^5O)^2Ca$ joue ici le même rôle que

(1) Bien entendu il n'est pas certain que toutes ces substances dérivées sont des corps purs. Plusieurs peuvent être des mélanges. Mais c'est ici la marche des phénomènes, avec augmentation progressive du pour 100 de calcium, qui nous intéresse.

le composé hypothétique $(C^2H^5O)^2ThO$ de MM. Sabatier et Mailhe; avec cette différence qu'ici l'éthylate de calcium existe réellement, et qu'il se décompose dès la température ordinaire, avec une extrême lenteur il est vrai, lorsqu'on absorbe à mesure l'oxyde d'éthyle formé.

S'il en est ainsi, la catalyse doit se produire plus rapidement et plus complètement à chaud. Plus rapidement, cela résulte de l'expérience de M. Doby, puisque, dès 50°, en quelques instants, l'éthylate s'altère notablement. Plus complètement aussi, et c'est pourquoi, en 1895, j'avais constaté qu'à 180° l'action de l'éthanol en excès sur CaC^2 donne non seulement tout de suite le produit *b*, mais fournit en même temps de l'éthylène, la décomposition catalytique portant en partie sur l'oxyde d'éthyle dans ces conditions.

ÉLECTIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un vice-président pour l'année 1912.

M. **F. Guyon** réunit l'unanimité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection de deux membres de la Commission administrative pour 1912.

MM. **Émile Picard** et **R. Zeiller** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section d'Astronomie en remplacement de Sir *William Huggins*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre de votants étant 34,

MM. A. Verschaffel obtient	....	31 suffrages
Lebeuf »	....	2 »
Gonnessiat »	....	1 suffrage

M. **A. Verschaffel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

PLIS CACHETÉS.

M. **Maurice Gandillot** demande l'ouverture d'un pli cacheté, reçu dans la séance du 4 décembre 1911 et inscrit sous le n° 7834.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire intitulé : *Hélices*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

MM. **Anthony**, **F. Canu**, **A. Demoulin**, **A. Imbert**, **H. Mouton**, **Rateau**, **Milan Stefanik**, **E. Simonot**, **Ch. Tellier**, **Tiffeneau**, **L. Vialleton** adressent des remercîments pour les distinctions accordées à leurs travaux.

Mme Vve **Raphaël Rück** adresse également des remercîments.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (1911 *c*), *faites à l'Observatoire d'Athènes, avec l'équatorial Doridis* (*Gautier*, 0^m^,40). Note de M. **D. Eginitis**, présentée par M. G. Bigourdan.

Dates. 1911.	Temps moyen d'Athènes.	ΔÆ.	Δ℗.	Nombre de compar.	⋆.
	h m s	m s	′ ″		
Août 23........	14.28.38	−1.52,13	−1.44,5	4 : 4	1
» 29........	10.32.38	−4.29,48	−5.39,2	6 : 5	2
Sept. 1........	12.12. 0	+1.33,25	+2.56,5	10 : 5	3
» 12........	8.38.49	+4. 7,21	+5.32,5	6 : 6	4
» 14........	9.30.28	+2.47,89	+8.25,7	10 : 10	5
» 20........	10.22.43	−3. 6,05	+4.42,5	7 : 7	6
» 22........	9.37.12	−4. 0,88	+4.16,2	6 : 6	7

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1......	8,6	20.49.41,47	+2,39	44.13.23,2	− 9,8	A.G., Bonn, 14787
2......	8,8	20.10.31,87	+2,20	39. 6.38,4	−10,8	A.G., Cambridge, U.S., 6421
3......	9,4	19.37.34,87	+1,98	36.43.10,9	−11,6	A.G., Cambridge, U.S., 6136
4......	9,2	17.25.28,95	+0,78	32.38. 8,9	−10,5	A.G., Hels-Gotha, 9287
5......	8,9	16.59.44,55	+0,57	32.52.55,2	− 9,4	A.G., Hels-Gotha, 9096
6......	8,3	15.50.48,20	+0,19	35.51.38,4	− 5,3	A.G., Cambridge, U.S., 4862
7......	9,3	15.30.10,21	+0,14	37.23. 4,6	− 3,8	A.G., Cambridge, U.S., 4788

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1911.	Temps moyen d'Athènes.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Août 23......	14.28.38	20.47.58,76	$\bar{1}$,743	44.11.29,6	$\bar{1}$,997$_n$
» 29......	10.32.38	20. 6. 4,95	$\bar{1}$,237	39. 0.48,4	0,269
Sept. 1......	12.12. 0	19.39.10,19	$\bar{1}$,767	36.45.55,9	$\bar{1}$,621
» 12......	8.38.49	17.29.32,44	$\bar{1}$,722	32.43.29,4	0,229
» 14......	9.30.28	17. 2.32,86	$\bar{1}$,865	33. 1.11,6	$\bar{3}$,953
» 20......	10.22.43	15.47.42,11	$\bar{1}$,894	35.56.15,8	0,589$_n$
» 22......	9.37.12	15.26. 9,21	$\bar{1}$,881	37.27.17,1	0,556$_n$

Remarques. — Le 23 août, la comète a l'aspect d'une nébulosité de forme irrégulière; son diamètre est de 1′30″ dans la direction du mouvement diurne et de 3′18″ dans la direction perpendiculaire. Noyau net et bien défini de 10ᵉ grandeur.

Le 29 août, la comète paraît comme une nébulosité mal délimitée; elle a une longueur de 6′ dans la direction du mouvement diurne et de 3′32″ dans la direction perpendiculaire. Le noyau est d'aspect stellaire de 10ᵉ grandeur.

Le 1ᵉʳ septembre, la nébulosité a une grandeur de 13′15″ dans la direction du mouvement diurne. Le noyau ne paraît pas très net. Pas de traces de queue.

Le 12 septembre, l'étendue de la nébulosité fut trouvée de 7′30″ dans la direction du mouvement diurne; mais on doit noter aussi que l'atmosphère n'est pas très pure.

Le 14 septembre, la nébulosité a une longueur de 12′30″ dans la direction du mouvement diurne, et de 3′32″ dans la direction perpendiculaire; noyau d'aspect stellaire.

Le 20 septembre, l'observation a été faite avec un ciel légèrement nébuleux.

Le 22 septembre, l'observation a été faite avec une atmosphère pas pure.

Ces observations ont été faites à l'aide de M. S. Alibertis.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les notions : droites parallèles et translation et sur la géométrie différentielle dans l'espace non Euclidien.* Note de M. G. Pick.

Parmi les mouvements infinitésimaux non Euclidiens (¹) (collinéations infinitésimales d'une surface non dégénérée du second ordre) il y en a qui laissent en repos chaque droite d'une congruence linéaire. Nous appellerons ces mouvements n.-E. *translations (infinitésimales) n.-E.* Soit

$$x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2 = 0$$

la surface donnée ; le groupe des mouvements n.-E. appartenant à la surface est engendré par les six transformations infinitésimales

$$u_{ik} \equiv x_i \frac{\partial f}{\partial x_k} - x_k \frac{\partial f}{\partial x_i}$$

selon les significations de Lie. Les translations n.-E. se divisent en deux parties, c'est-à-dire

$$(1) \qquad \alpha_1(u_{14} - u_{23}) + \alpha_2(u_{24} - u_{31}) + \alpha_3(u_{34} - u_{12})$$

et

$$(1') \qquad \alpha_1(u_{14} + u_{23}) + \alpha_2(u_{24} + u_{31}) + \alpha_3(u_{34} - u_{12}).$$

Les équations des congruences linéaires correspondantes sont respectivement

$$(2) \qquad p_{14} - p_{23} : p_{24} - p_{31} : p_{34} - p_{12} = \alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3$$

et

$$(2') \qquad p_{14} + p_{23} : p_{24} + p_{31} : p_{34} + p_{12} = \alpha_1 : \alpha_2 : \alpha_3,$$

où p_{ik} sont les coordonnées habituelles de Plücker. Les lignes focales de (2) appartiennent à une certaine des deux séries de droites de la surface fondamentale, celles de la (2') à l'autre. Occupons-nous de (1) et (2), le même raisonnement étant valable pour (1') et (2').

Nous dirons *parallèles n.-E.* toutes les droites appartenant à la même

(¹) Abrégé ci-dessous en : n.-E.

congruence 2), et $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ les quantités *directrices* de ces droites; nous pouvons supposer

$$\alpha_1^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 = 1 \quad (^1).$$

L'angle n.-E. ϑ des deux droites p et g, dont les quantités directrices sont respectivement $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$; $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ et qui ont un point commun, se trouve égal à

$$\frac{1}{2i} \log \frac{-(\alpha\beta) + \sqrt{(\alpha\beta)^2 - 1}}{-(\alpha\beta) - \sqrt{(\alpha\beta)^2 - 1}},$$

avec

$$(\alpha\beta) = \alpha_1\beta_1 + \alpha_2\beta_2 + \alpha_3\beta_3.$$

On en conclut

$$\cos\vartheta = (ab),$$

formule tout à fait analogue à celle de la géométrie Euclidienne.

Imaginons les trois arêtes d'un tétraèdre polaire de la surface fondamentale, qui se rencontrent en un point P d'une courbe gauche, et dont l'une est la tangente à la courbe en P, tandis qu'une autre, qui se nomme la *normale principale* n.-E., est située dans le plan osculateur. Soient $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ et $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ les quantités directrices de ces deux arêtes; $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ celles de la troisième, qui est la *binormale* n.-E., et soit ds l'élément de l'axe de la courbe au sens n.-E. Cela posé, les neuf nombres α, β, γ forment une matrice orthogonale et l'on a les formules

$$(3) \quad \frac{d\alpha_\lambda}{ds} = k\beta_\lambda, \qquad \frac{d\beta_\lambda}{ds} = -k\alpha_\lambda + k_1\gamma_\lambda, \qquad \frac{d\gamma_\lambda}{ds} = -k_1\beta_\lambda \qquad (\lambda = 1, 2, 3)$$

qui sont exactement de la même forme que les équations connues de Frenet ([2]). On appellera les fonctions du point P de la courbe, k et k_1, les *deux courbures* de cette dernière.

Comme les formules de Frenet forment le fondement de la géométrie différentielle ordinaire des courbes gauches, il est clair que chaque fait de cette théorie doit avoir son pendant exact dans la géométrie différentielle n.-E. Il suffira d'énoncer comme exemples les suivants, en introduisant préalablement le nom de *cylindre n.-E.* pour une surface réglée appartenant à

([1]) Abstraction est faite des tangentes à la surface, qui correspondent aux droites isotropes de la géométrie Euclidienne.

([2]) Les formules (3) ne sont pas les mêmes que celles auxquelles M. Kowalewski, dans un beau Mémoire (*Für Infinitesimalgeometrie der Transformations gruppe eines quadratischen Mannigfaltigkeit*, *Wiener Berichte*, 1911), donne le nom des formules de Frenet.

une congruence (2) et spécialement de *cylindre de révolution n.-E.* pour un tel cylindre n.-E. du second degré, coupant donc la surface fondamentale suivant un quadrilatère gauche.

Nous avons :

Les courbes de l'équation intrinsèque n.-E.

$$\frac{k_1}{k} = \text{const.}$$

sont les trajectoires isogonales (au sens n.-E.) des génératrices d'un cylindre n.-E. arbitraire (Hélices générales n.-E.).

Les lignes de voie (Bahnkurven) de groupe de mouvement n.-E. à un seul paramètre sont les trajectoires isogonales (au sens n.-E.) d'un cylindre de rotation n.-E. arbitraire (Hélices ordinaires n.-E.).

Rien n'est plus facile qu'étendre ces considérations à l'espace à plusieurs dimensions.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les simplifiés d'une classe de systèmes différentiels dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes.* Note de M. **René Garnier**, présentée par M. Émile Picard.

1. Considérons le système différentiel linéaire

$$(1) \qquad \frac{dy_k}{dx} = \sum_{j=1}^{m} y_j \sum_{\nu=1}^{n+2} \frac{A_{jk}^{\nu}}{x - t_\nu} \qquad (k = 1, 2, \ldots, m),$$

d'ordre m et possédant $n+2$ points essentiellement singuliers $t_1, t_2, \ldots, t_{n+2}$, réguliers au sens de L. Fuchs. Les conditions nécessaires et suffisantes pour que le groupe de monodromie du système (1) soit indépendant des paramètres $t_1, t_2, \ldots, t_{n+2}$ ont été obtenues par M. L. Schlesinger sous la forme très élégante que voici : moyennant une substitution préalable, à coefficients indépendants de x, effectuée sur les y_k, les A_{jk}^{ν} doivent satisfaire au système différentiel

$$(2) \qquad \frac{\partial A_{jk}^{\nu}}{\partial t_i} = \sum_{h=1}^{m} \frac{A_{jh}^{i} A_{hk}^{\nu} - A_{jh}^{\nu} A_{hk}^{i}}{t_\nu - t_i}, \qquad \frac{\partial A_{jk}^{i}}{\partial t_i} = \sum_{h=1}^{m} \sum_{\substack{\nu=1 \\ (\nu \neq i)}}^{n+2} \frac{A_{jh}^{i} A_{hk}^{\nu} - A_{jh}^{\nu} A_{hk}^{i}}{t_i - t_\nu}.$$

Si l'on admet que le problème d'existence de Riemann pour les systèmes

différentiels linéaires (1) correspondant à un groupe donné est résolu, on pourrait prouver que l'intégrale générale $A^{\nu}_{jk}(t_i)$ du système (2), considérée comme fonction de l'un des paramètres $t_1, \ldots, t_2, t_{n+2}$ a ses points critiques fixes. Je vais montrer que pour $m = 2$, les fonctions $A^{\nu}_{jk}(t_i)$ admettent effectivement des dégénérescences *uniformes* qui s'expriment d'une façon remarquable à l'aide *de fonctions hyperelliptiques* et de *fonctions à multiplicateurs constants*.

2. A cet effet, remplaçons dans le système (2) A^{ν}_{jk} par $\varepsilon^{-1}A^{\nu}_{jk}$ et t_i par $a_i + \varepsilon t_i$, les ε formant un système de constantes finies, distinctes, arbitrairement choisies. Faisons tendre ε vers zéro; le système (2) tendra vers le système limite

$$(3) \quad \frac{\partial A^{\nu}_{jk}}{\partial t_i} = \sum_{h=1}^{m} \frac{A_{jh}A^{\nu}_{hk} - A^{\nu}_{jh}A^{i}_{hk}}{a_\nu - a_i} (\nu \neq i), \qquad \frac{\partial A^{i}_{jk}}{\partial t_i} = \sum_{h=1}^{m} \sum_{\substack{1=\nu \\ (\nu \neq i)}}^{n+2} \frac{A^{i}_{jh}A^{\nu}_{hk} - A^{\nu}_{jh}A^{i}_{hk}}{a_i - a_\nu},$$

que j'appellerai le *simplifié* de (2) en étendant un peu une locution introduite par M. Painlevé. J'indiquerai brièvement comment s'effectue pour $m = 2$ l'intégration du système (3).

On peut toujours supposer $a_{n+1} = 0$, $a_{n+2} = 1$; d'autre part, on a les intégrales premières évidentes $\sum_{\nu=1}^{n+2} A^{\nu}_{jk} = \gamma_{jk}$, les λ_{jk} étant indépendants des t_i, et, moyennant une substitution convenable, à coefficients indépendants des t_i effectuée sur les A^{ν}_{jk}, on peut prendre en général [1] $\lambda_{12} = 0 = \lambda_{21}$. On a alors

$$\sum_{\nu=1}^{n+2} \frac{A^{\nu}_{12}}{x - a_\nu} = \frac{A_{12}(x - \lambda_1)\ldots(x - \lambda_n)}{\varphi(x)} = A_{12}\frac{\psi(x)}{\varphi(x)},$$

$$\sum_{\nu=1}^{n+2} \frac{A^{\nu}_{21}}{x - a_\nu} = \frac{A_{21}(x - \mu_1)\ldots(x - \mu_n)}{\varphi(x)} = A_{21}\frac{\chi(x)}{\varphi(x)},$$

$$\sum_{\nu=1}^{n+2} \frac{A^{\nu}_{11} - A^{\nu}_{22}}{x - a_\nu} = \frac{k\left(x^{n+1} + \sum_{i=0}^{n} \omega_i x^i\right)}{\varphi(x)} = \frac{k\omega(x)}{\varphi(x)},$$

$$\varphi(x) = x(x-1)(x - a_1)\ldots(x - a_n),$$

---

[1] Dans le cas d'exception où la matrice des γ_{ik} est singulière

$$(\gamma_{12} = 0, \ \gamma_{21} \neq 0, \ \gamma_{11} = \gamma_{22}),$$

les λ_j sont encore donnés par la formule (4), où $\varphi(x)$ désigne maintenant un polynome de degré $2n + 1$; *tous les A^{ν}_{ik} sont des fonctions hyperelliptiques des t_i.*

en désignant par x une variable auxiliaire et par k une quantité indépendante des a_i. Cela étant, je montre que les λ_j sont donnés par les formules

$$(4)\qquad \frac{t_i - t_i^0}{a_i(a_i-1)} = \sum_{j=1}^{n} \int_{\lambda_j^0}^{\lambda_j} \frac{\varphi(\lambda_j)\,d\lambda_j}{\lambda_j(\lambda_j-1)(\lambda_j-a_i)\sqrt{Q(\lambda_j)}} \qquad (i=1, 2, \ldots, n),$$

$Q(x)$ désignant le polynome $x^{2n+2} + \sum_{i=0}^{2n+1} \alpha_i x^i$ *où les* α_i *sont des constantes d'intégration du système* (3). Les combinaisons symétriques des λ_j, et, par suite, les expressions $A_{12}^{\nu}(A_{12})^{-1}$ sont donc des *fonctions hyperelliptiques* de genre n des arguments $t_1, \ldots, t_n$. Puis, à l'aide de la formule d'interpolation de Lagrange appliquée aux polynomes $\omega(x)$ et $\chi(x)$, j'exprime les coefficients de ces polynomes ainsi que le produit $A_{21}A_{12}$ comme fonctions rationnelles symétriques des λ_j et de leurs dérivées $\frac{\partial\lambda_j}{\partial t_i}$ par rapport à l'un des t_i : ces coefficients sont donc aussi des fonctions hyperelliptiques des t_i. Enfin je montre qu'on a

$$(5)\qquad \log A_{12} = -k \sum_{i=1}^{n} \int \frac{\psi(a_i)}{\varphi'(a_i)}\,dt_i.$$

Il résulte de (4) que le second membre de (5) est égal à la somme de n expressions $w\left[\lambda_j, \sqrt{Q(\lambda_j)}\right]$ $(j=1, 2, \ldots, n)$ obtenues en remplaçant respectivement x par λ_j dans une intégrale de troisième espèce $w\left[x, \sqrt{Q(x)}\right]$ attachée à la surface de Riemann $y^2 = Q(x)$ et présentant les points à l'infini comme points logarithmiques avec $\pm 2\pi i$ comme périodes polaires correspondantes. La fonction $A_{12}(t_i)$, et, par suite, les A_{12}^{ν} sont donc des *fonctions* (hyperelliptiques) *à multiplicateurs constants* (1); les A_{21}^{ν} sont des *fonctions aux multiplicateurs inverses;* enfin les A_{11}^{ν} et les A_{22}^{ν} sont des *fonctions hyperelliptiques* (ordinaires).

3. Dans une Note récente (2), M. Schlesinger a remplacé le système (2) par un autre équivalent (S), de forme plus simple. Ce dernier système admet également un simplifié (s) correspondant à (3), et qu'on déduit de (S) en remplaçant A_{ik}^{ν} par $\varepsilon^{-1} A_{ik}^{\nu}$, t_i par $a_i + \varepsilon t_i$ et en faisant tendre ε vers

(1) *Cf.* P. Appell (Mém. couronné), *Acta math.*, t. XIII.

(2) *Comptes rendus*, t. **153**, p. 930. Le système (S) est constitué par les équations (4) de M. Schlesinger.

zéro. Je montre que, pour $m = 2$, les fonctions B^{ν}_{jk} (*loc. cit.*) qui constituent l'intégrale générale de (s) sont encore des *fonctions à multiplicateurs constants* des arguments $t_1, \ldots, t_n$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe de transformations infinitésimales de l'espace fonctionnel.* Note [1] de M. G. **Kowalewski**, présentée par M. Émile Picard.

Il s'agit de l'espace fonctionnel R_x, l'ensemble des fonctions réelles et continues dans un intervalle $(0,1)$. $f(x)$ étant une telle fonction, nous formons avec M. Erhard Schmidt [2] les expressions

$$A_0(f) = \alpha_0(x), \qquad A_1(f) = \alpha_1(x)f(x) + \int_0^1 \beta_1(x,y)f(y)\,dy,$$

$$A_2(f) = \alpha_2(x)f^2(x) + f(x)\int_0^1 \beta_2(x,y)f(y)\,dy + \int_0^1 \gamma_2(x,y)f^2(y)\,dy$$
$$+ \int_0^1\int_0^1 \varepsilon_2(x,y,z)f(y)f(z)\,dy\,dz,$$

. . . .

que nous appelons *formes fonctionnelles* d'ordre 0, 1, 2, ... Les α, β, ... sont réelles et continues dans le domaine $0 \leqq x, y, z, \ldots \leqq 1$.

$a_0, a_1, a_2, \ldots$ désignant les maxima des fonctions

$$|\alpha_0|, \quad |\alpha_1| + \int_0^1 |\beta_1|\,dy, \quad |\alpha_2| + \int_0^1 |\beta_2|\,dy + \int_0^1 |\gamma_2|\,dy + \int_0^1\int_0^1 |\varepsilon_2|\,dy\,dz, \quad \ldots,$$

si la série entière $a_0 + a_1 z + a_2 z^2 + \ldots$ a son rayon de convergence ρ différent de zéro, nous dirons que la série fonctionnelle

$$P(f) = A_0(f) + A_1(f) + A_2(f) + \ldots$$

est *régulière*. Elle convergera absolument et uniformément pour chaque fonction $f(x)$, qui vérifie dans l'intervalle $(0,1)$ l'inégalité $|f(x)| < \rho$.

Quand on écrit $f(x) + \varphi(x)$ au lieu de $f(x)$, en supposant $|f(x)| + |\varphi(x)| < \rho$, il sera permis d'ordonner $P(f+\varphi)$ suivant les dimensions de φ. Les membres de première dimension forment alors la *différentielle* $dP(f) = P(f,\varphi)$ de $P(f)$, et si l'on pose $dP(f,\varphi) = P(f,\varphi,\varphi)$,

---

[1] Présentée dans la séance du 11 décembre 1911.

[2] *Mathematische Annalen*, Bd. LXV. Les séries $P(f)$ sont les *Integralpotenzreihen* de M. E. Schmidt.

$dP(f, \varphi, \varphi) = P(f, \varphi, \varphi, \varphi)$, etc., on aura

$$P(f+\varphi) = P(f) + \frac{P(f, \varphi)}{1!} + \frac{P(f, \varphi, \varphi)}{2!} + \ldots,$$

la série de Taylor.

Cela posé considérons l'opération

$$\delta f = P(f)\,\delta t,$$

δt étant un facteur infinitésimal et $P(f)$ une série fonctionnelle régulière. J'appelle cette opération une *transformation infinitésimale régulière* de l'espace fonctionnel R_x et je la représente par le symbole $P(f)$. Dans un Mémoire présenté à l'Académie de Vienne le 3 novembre 1911 j'ai montré comment on peut appliquer à ces transformations les idées de Sophus Lie. Un ensemble de transformations infinitésimales régulières constitue un *groupe*, lorsqu'il remplit les conditions suivantes. En prenant deux transformations quelconques de l'ensemble, $P_1(f)$ et $P_2(f)$, les transformations (¹)

$$a_1 P_1(f) + a_2 P_2(f)$$

et (²)

$$(P_1, P_2) = P_2[f, P_1(f)] - P_1[f, P_2(f)]$$

font toujours partie du même ensemble.

Quand on cherche toutes les transformations infinitésimales $P(f)$, qui n'altèrent pas les distances dans l'espace fonctionnel R_x, on trouve

$$P(f) = \alpha(x) + \int_0^1 \beta(x, y) f(y)\,dy, \tag{1}$$

où $\beta(x, y)$ doit vérifier la condition

$$\beta(x, y) + \beta(y, x) = 0. \tag{2}$$

Ces transformations forment un groupe dans le sens défini ci-devant (le *groupe des mouvements* de l'espace R_x).

La transformation infinitésimale $P(f)$ conservera alors et seulement alors les angles dans l'espace R_x, lorsqu'elle a la forme

$$P(f) = \alpha(x) + c f(x) + \int_0^1 \beta(x, y) f(y)\,dy + 2 f(x) \int_0^1 \gamma(y) f(y)\,dy - \gamma(x) \int_0^1 f^2(y)\,dy, \tag{3}$$

(¹) a_1, a_2 sont des constantes.

(²) La signification du symbole $P(f, \varphi)$ a été expliquée plus haut.

où c est une constante et $\beta(x, y)$ remplit la condition (2). Les transformations infinitésimales (3) constituent le *groupe conforme* de l'espace R_x.

Quand on exige que chaque droite de l'espace R_x redevienne une droite, on trouvera

$$(4)\quad P(f) = \alpha(x) + \beta(x) f(x) + \int_0^1 \gamma(x, y) f(y)\, dy + f(x) \int_0^1 \varepsilon(y) f(y)\, dy,$$

et l'ensemble de toutes ces transformations infinitésimales est encore un groupe, le *groupe projectif* de l'espace R_x. On peut écrire ce groupe d'une façon plus élégante en introduisant des *coordonnées homogènes*.

Nous ferons la convention que le symbole

$$\omega f(x), \quad \omega$$

représente toujours le point $f(x)$ de l'espace R_x, ω étant une constante quelconque (différente de zéro). Si l'on pose $\omega f(x) = F(x)$, on peut substituer à (4) les deux formules suivantes :

$$(4')\quad \begin{cases} \delta F = \left[\alpha\omega + \beta F + \int_0^1 \gamma(x, y) F(y)\, dy\right] \delta t, \\ \delta\omega = -\int_0^1 \varepsilon(y) F(y)\, dy\, \delta t, \end{cases}$$

qui ont l'avantage d'être linéaires en F et ω.

De même le groupe conforme de l'espace R_x peut être réduit à la forme linéaire, si l'on caractérise le point $f(x)$ par

$$\omega f(x) = F(x), \qquad \omega \int_0^1 f^2(x)\, dx = \sigma \qquad \text{et} \qquad \omega.$$

Au lieu de (3) on aura trois formules linéaires en F, σ, ω :

$$(3')\quad \begin{cases} \delta F = \left[\alpha\omega + cF + \int_0^1 \beta(x, y) F(y)\, dy - \gamma\sigma\right] \delta t, \\ \delta\sigma = \left[2\int_0^1 \alpha(y) F(y)\, dy + 2c\sigma\right] \delta t, \\ \delta\omega = -2\int_0^1 \gamma(y) F(y)\, dy\, \delta t, \end{cases}$$

$\beta(x, y)$ vérifiant la condition (2).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'indétermination d'une fonction uniforme dans le voisinage de ses points essentiels.* Note de M. P. MONTEL, présentée par M. Émile Picard.

1. J'ai énoncé récemment (*Comptes rendus*, 20 novembre 1911) la proposition suivante : les fonctions $f(x)$, holomorphes dans un domaine connexe D où elles ne prennent ni la valeur 0 ni la valeur 1, forment une famille *normale*. Si, en un point P intérieur au domaine D, les modules de ces fonctions demeurent inférieurs à un nombre fixe α, dans tout domaine D' intérieur à D, les modules de toutes les fonctions de la famille sont inférieurs à un nombre $M(\alpha)$ ne dépendant que de α lorsque D et D' sont déterminés; D' peut d'ailleurs se réduire à une ligne. Soit Δ un domaine dont on peut faire la représentation conforme sur D : au point P et au domaine D' correspondent un point Π et un domaine Δ' intérieurs à Δ. Le nombre $M(\alpha)$ est le même pour P, D, D' et pour Π, Δ, Δ'. On peut remplacer dans ce qui précède le point P par une courbe tout entière à l'intérieur de D et telle que, en un point au moins de cette courbe, le module de chaque fonction $f(x)$ soit inférieur à α. Voici quelques applications de ces remarques.

2. Considérons toutes les fonctions $f(x)$ uniformes, régulières et différentes de 0 et de 1 dans l'anneau compris entre les cercles de centre O et de rayon $\frac{R}{2}$ et 2R, et supposons que ces fonctions prennent au point P(OP = R) des valeurs dont le module ne dépasse pas α. Sur la circonférence de centre O et de rayon R, les modules de toutes les fonctions $f(x)$ restent inférieurs à un nombre $M(\alpha)$, *indépendant de* R, puisque le changement de x en $\frac{x}{R}$ permet de passer du cas de OP = R à celui de OP = 1.

On déduit de là une démonstration particulièrement simple du théorème de M. Picard sur l'indétermination d'une fonction uniforme autour d'un point essentiel isolé, démonstration qui est à rapprocher de celle de M. Lindelöf (*Compte rendu du Congrès de Stockholm*, 1909). Soit O un point essentiel isolé de la fonction $f(x)$; supposons que la fonction $f(x)$ soit régulière et ne prenne ni la valeur 0 ni la valeur 1 dans le voisinage du point O. Il existe une infinité de points $P_1, P_2, \ldots, P_k, \ldots$, ayant pour unique point limite le point O et tels que, en ces points, le module de $f(x)$ ne dépasse pas α. La fonction $f(x)$ a donc un module inférieur à $M(\alpha)$ sur

tous les cercles de centre O et passant par les points P_k : elle serait donc bornée autour de O, ce qui est impossible.

En remplaçant le domaine annulaire précédent par un secteur annulaire, on est conduit à des propositions déjà établies par M. Lindelöf et à des propositions nouvelles sur la manière dont se comporte $f(x)$ à l'intérieur d'un secteur de sommet O dans lequel la fonction est régulière et ne prend ni la valeur o, ni la valeur 1.

3. Soit E un ensemble parfait discontinu dont tous les points sont singuliers pour la fonction $f(x)$, P un point de cet ensemble, α une des valeurs limites de la fonction $f(x)$ lorsqu'on s'approche de P. Il existe une infinité de points $P_1, P_2, \ldots, P_k, \ldots$ ayant pour unique point limite le point P et tels que les valeurs de $f(x)$ en ces points aient pour limite α; déterminons des anneaux D_k entourant le point P, ne contenant aucun point de E et contenant un des points P_k. On peut construire l'ensemble E et la fonction $f(x)$ de manière que deux anneaux D_k soient représentables d'une manière conforme l'un sur l'autre. On obtient, dans ces conditions, les résultats suivants : 1° si P est un point d'indétermination incomplète sans être un point de continuité de $f(x)$, la fonction prend une infinité de fois autour de P toutes les valeurs de son domaine d'indétermination ; 2° si P est un point d'indétermination complète, la fonction prend une infinité de fois autour de P toutes les valeurs, sauf peut-être *deux* valeurs exceptionnelles.

On voit donc que si tous les points de E sont pour la fonction des points d'indétermination complète, il y a au plus *deux* valeurs que la fonction ne prend pas une infinité de fois dans le voisinage des points de E.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les valeurs singulières des noyaux non symétriques.* Note de M. A. **Blondel**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Note du 11 septembre 1911, M. Lalesco a établi certaines formules sur les valeurs singulières des noyaux symétriques. Par une méthode toute différente, on peut montrer que ces formules se généralisent à des noyaux non symétriques. Mais, dans ce cas, on peut se poser deux problèmes distincts :

1° Soit une fonction $\varphi(x)$ et un nombre λ tels que

$$\varphi(x) = \lambda \int_a^b N(x, y)\, \varphi(y)\, dy.$$

Nous supposons qu'il n'existe qu'une seule fonction φ correspondant à λ. Alors il existe une fonction ψ et une seule telle que

$$\psi(x) = \lambda \int_a^b N(y, x)\,\psi(y)\,dy.$$

Donnons à a, b, et $N(x, y)$ des variations δa, δb, $\delta N(x, y)$; il en résulte pour λ et $\varphi(x)$ des variations $\delta\lambda$ et $\delta\varphi(x)$, et l'on a

$$\delta\varphi(x) = \lambda \int_a^b N(x, y)\,\delta\varphi(y)\,dy + \delta\omega(x),$$

$\delta\omega(x)$ étant facile à calculer. Ainsi $\delta\varphi$ est donné par une équation de Fredholm, mais dans le cas singulier. Il faut donc, pour qu'il y ait une solution, que $\int_a^b \psi(x)\,\delta\omega(x)\,dx = 0$, ce qui donne

$$\delta\lambda \int_a^b \varphi(x)\,\psi(x)\,dx + \lambda^2 \int_a^b \int_a^b \delta N(x, y)\,\psi(x)\,\varphi(y)\,dx\,dy + \lambda\,\delta b\,\varphi(b)\,\psi(b) - \lambda\,\delta a\,\varphi(a)\,\psi(a) = 0,$$

$\delta\varphi$ sera ensuite donné par l'équation, mais il contiendra une arbitraire qui sera $\delta K\,\varphi(x)$, δK étant une fonction quelconque, infiniment petite avec δa, δb, δN.

2° Soit un nombre λ et un couple de fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$, telles que

$$\varphi(x) = \lambda \int_a^b N(x, y)\,\psi(y)\,dy \quad \text{et} \quad \psi(x) = \lambda \int_a^b N(y, x)\,\varphi(y)\,dy.$$

Supposons que φ et ψ soient le seul couple de fonctions satisfaisant à ces équations. On trouve

$$\delta\varphi(x) = \lambda \int_a^b N(x, y)\,\delta\psi(y)\,dy + \delta\chi(x)$$

et

$$\delta\psi(x) = \lambda \int_a^b N(y, x)\,\delta\varphi(y)\,dy + \delta\omega(x);$$

$\delta\chi$ et $\delta\omega$ sont faciles à calculer. Un calcul simple montre qu'on doit avoir

$$\int_a^b \varphi(x)\,\delta\chi(x)\,dx + \int_a^b \psi(x)\,\delta\omega(x)\,dx = 0,$$

et, en remplaçant $\delta\chi$ et $\delta\omega$ par leurs valeurs, on trouve

$$\delta\lambda\int_a^b [\varphi(x)^2+\psi(x)^2]\,dx + 2\lambda^2\int_a^b\int_a^b \delta\,\mathrm{N}(x,y)\,\varphi(x)\,\psi(y)\,dx\,dy$$
$$+\lambda\,\delta b[\varphi(b)^2+\psi(b)^2]-\lambda\,\delta a[\varphi(a)^2+\psi(a)^2]=0.$$

Telle est l'équation qui donne $\delta\lambda$. Alors $\delta\varphi$ et $\delta\psi$ peuvent être calculés ; ils contiennent une seule arbitraire $\delta\mathrm{K}$. Si l'on veut pour φ et ψ des fonctions *normées*, $\delta\mathrm{K}$ sera déterminé par

$$2\int_a^b \varphi(x)\,\delta\,\varphi(x)\,dx+\delta b\,\varphi(b)^2-\delta a\,\varphi(a)^2=0,$$

ou par l'équation analogue en ψ, qui lui est équivalente, comme on le voit facilement.

La même méthode permettrait de traiter les cas où, à une valeur λ correspondent deux fonctions, ou deux couples de fonctions; on verrait qu'alors, si δa et δb sont quelconques, il n'existe pas de valeur singulière voisine de λ, dans le cas général; il en existe dans un cas particulier, et alors les formules données pour $\delta\lambda$ subsistent, et donnent pour $\delta\lambda$ deux valeurs distinctes. Dans le cas général, il faut que δa et δb soient liés par une relation homogène et linéaire.

Dans les calculs numériques, ces résultats peuvent servir de formules d'approximation.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Application aux problèmes de la « production suffisante » et du « salaire vital » de quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients* $\geqq 0$ (1). Note de M. **Maurice Potron**, présentée par M. P. Appell.

Dans une Note, présentée à la séance du 4 décembre 1911, j'ai donné les énoncés et les principes de démonstration de plusieurs théorèmes sur les substitutions linéaires à coefficients $\geqq 0$, théorèmes dont la démonstration sera exposée en détail dans un autre Recueil. Je vais montrer maintenant comment ces résultats s'appliquent immédiatement à la solution d'importants problèmes économiques.

Soient en effet $\mathcal{A}_i (i=1,\ldots,n)$ les divers résultats de travail, A_i leurs

(1) *Comptes rendus*, 4 décembre 1911.

unités, P_i leurs établissements producteurs; C_h $(h = 1, \ldots, p)$ les diverses catégories sociales; $b_{ih} A_i$ la consommation que fait annuellement de $\mathcal{A}_i$ un consommateur de C_h, $a_{ki} A_i$ celle que fait P_k $(k = 1, \ldots, n)$ pour produire A_k; N le nombre de jours ouvrables de l'année; t_{ih} le nombre de journées de travail que doivent fournir, pour produire A_i, les travailleurs de P_i appartenant à C_h. N *et les nombres a, b, t sont des données représentant l'état industriel, économique et social.* Si alors on cherche à établir :

Soit 1° un *régime satisfaisant de production et travail*, c'est-à-dire *tel que la production soit égale à la consommation et que tout travailleur ait son repos normal;*

Soit 2° un *régime simplement satisfaisant de prix et salaires*, c'est-à-dire *tel que tout prix d'échange soit au moins égal au prix coûtant, et tout salaire maximum annuel (correspondant au maximum de travail), au coût de vie annuel;*

Soit 3° un *régime effectivement satisfaisant de prix et salaires*, c'est-à-dire *tel que tout prix d'échange soit au moins égal au prix coûtant, et tout salaire effectif annuel (correspondant au travail nécessaire pour que la production soit égale à la consommation), au coût de vie annuel;*

on est amené chaque fois à résoudre un système analogue au système II du n° 3 de la précédente Note, avec $s = 1$ et $t = N$.

D'après les résultats de ce numéro, on peut énoncer les théorèmes suivants :

1° *Un régime satisfaisant de production et travail et un régime simplement satisfaisant de prix et salaires sont possibles seulement, et, en général, toujours, si la racine caractéristique de module maximum de la matrice* $\left|a_{ik} + \frac{1}{N}\Sigma_h b_{kh} t_{ih}\right|$ *est* $\leqq 1$; *ou bien si, la racine caractéristique r de module maximum de* $|a_{ik}|$ *étant* < 1, *celle* ν *de la matrice analogue à* $|B_{lj}|$ *est* $\leqq N$. *Il y a exception*, comme au n° 3, *si les matrices sont partiellement réduites.*

2° *Si un régime satisfaisant de production et travail est possible, il est toujours possible de lui faire correspondre un régime effectivement satisfaisant de prix et salaires.* On voit en ce cas, comme conséquence des propriétés des systèmes de formes linéaires transposées, que *la somme annuelle des bénéfices des entreprises et des économies des travailleurs représente exactement le coût total annuel de vie des consommateurs non travailleurs.*

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces algébriques admettant une série discontinue de transformations birationnelles.* Note de M. **Rosenblatt**, présentée par M. Émile Picard.

C'est à M. Humbert qu'on doit le premier exemple effectif de surfaces algébriques, admettant une série discontinue de transformations birationnelles (certaines surfaces de Kummer). Peu après, M. Painlevé a donné un exemple plus simple.

L'étude de ces surfaces a été l'objet de travaux très remarquables de MM. Enriques et Severi. On doit au premier un théorème général, concernant l'existence de faisceaux de courbes elliptiques sur lesdites surfaces, tandis que M. Severi nous fait connaître le lien intime, qui existe entre les surfaces régulières de ce genre et la théorie arithmétique des formes quadratiques.

En poursuivant cette étude, dont j'espère pouvoir bientôt publier les résultats, j'ai été amené à construire une surface simple *irrégulière*, possédant des transformations birationnelles en elle-même, tandis que les surfaces étudiées jusqu'ici sont *régulières*.

La surface

$$(1) \qquad [4x^3-(y^2+z^2)^2]^2 = x^2(4z^3-g_2z-g_3)$$

possède le faisceau elliptique de courbes elliptiques

$$y^2 = 4x^3+x\eta-\xi^2, \qquad \eta^2 = 4\xi^3-g_2\xi-g_3, \qquad z=\xi$$

(ξ, η, paramètres du faisceau).

Le théorème de Castelnuovo-Enriques (*Annali di Mat.*, 1901) donne alors $p_a = 0$, donc on a $p_g = 1$. Le faisceau elliptique représente donc les courbes *paracanoniques*.

Les deux droites doubles

$$x=0, \qquad y \pm iz = 0$$

découpent sur chaque courbe du faisceau les deux zéros u_1, u_2 de la fonction $p(u)$ correspondante. Comme les multiples de ces points ne sont pas équivalents, on a d'après un procédé général de M. Enriques (*Rend. dei Lincei*, 1906), en posant

$$v \equiv u+u_1-u_2 \equiv u+2u_1 \equiv u-2u_2,$$

une transformation birationnelle non cyclique de la courbe, donc aussi

(comme ξ, η sont rationnelles en x, y, z) de la surface (1), ce qu'il fallait démontrer.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces minima engendrées par des hélices circulaires.* Note de M. E. **Barré**, présentée par M. Appell.

A la fin d'une Note sur les surfaces minima engendrées par une hélice circulaire (*Comptes rendus*, séance du 27 novembre 1911), je signalais une dégénérescence de la solution générale relative au cas où la constante d'intégration C était nulle. On montre facilement que la surface correspondante se réduit à un hélicoïde gauche à plan directeur.

Ceci m'amène à attirer l'attention sur un point laissé dans l'ombre par la Note précédente. D'une façon générale, les équations (6) de cette Note sont vérifiées non seulement par la solution définie par les formules (9), mais encore par tout système de fonctions Λ et M vérifiant la *seule condition*

$$\Lambda - M = 1. \tag{1}$$

Toutes les surfaces correspondant à ces solutions sont des hélicoïdes gauches à plan directeur considérés comme engendrés par une famille quelconque de leurs hélices circulaires non asymptotiques. Il est à remarquer que le procédé d'intégration indiqué dans notre Note du 27 novembre fait apparaître la solution (1) de la façon suivante : lorsque $C = 0$, l'équation en Θ devient une identité.

Enfin, on observera que, sauf lorsque C est nul, la solution (9) de la précédente Note est toujours distincte des solutions définies par l'équation (1) ci-dessus. Elle en est au contraire un cas particulier lorsque $C = 0$.

OPTIQUE. — *Recherches sur le phénomène de Kerr dans les vapeurs et les gaz.* Note de M. **Émile Giurgea**, présentée par M. G. Lippmann.

En 1845, Faraday, conduit dans ses recherches par l'idée de l'origine commune des énergies, observa le phénomène de la polarisation rotatoire magnétique qui consiste en une relation entre le champ magnétique et la lumière. C'est surtout après que Maxwell eut formulé sa théorie électromagnétique de la lumière et l'hypothèse de la déformation du milieu, suggérées par les expériences de Faraday, que le docteur Kerr, de Glascow, fut conduit à rechercher une relation analogue à celle de Faraday, mais

pour le champ électrique. Il obtint en effet, en 1875, la production de la biréfringence dans beaucoup de substances diélectriques, solides et liquides, soumises au champ électrique. Sous l'action donc du champ électrique, ces substances sont déformées, car le faisceau de lumière qui les traverse subit une modification.

Ces expériences ont été continuées par plusieurs physiciens qui ont considérablement précisé les conditions expérimentales de production du phénomène; mais il reste néanmoins plusieurs questions importantes sans réponse. Les recherches sur les phénomènes méritent une assez grande attention, car ces expériences sont de nature à se prêter à la découverte des relations plus étroites entre les différentes énergies et la matière. Elles pourraient servir, ensemble avec le phénomène découvert par Faraday, à contrôler les suggestives vues de Maxwell.

Dans l'intention de préciser un peu plus quelques-unes de ces questions, j'ai poursuivi depuis quelques années des recherches expérimentales sur les diélectriques liquides et solides, qui ont abouti à un certain nombre de résultats, mais à propos desquels je n'insisterai pas dans cette Note. Pour le moment, je me bornerai à résumer les nombreux essais que j'ai faits en vue de savoir si les vapeurs et les gaz étaient susceptibles comme les diélectriques liquides et solides de subir une contrainte sous l'action du champ électrique et devenir par conséquent biréfringents.

Dans le vide, M. Roentgen n'a pas pu observer la production du phénomène de Kerr, et le phénomène n'a pas été non plus retrouvé dans les gaz, quoique, d'après l'étude théorique de M. Lippmann, il devrait y avoir une contraction des gaz dans le champ électrique suivant la relation

$$\frac{\Delta v}{v} = -\frac{K-1}{8\pi p}\frac{E^2}{e^2},$$

c'est-à-dire proportionnelle au carré du champ et d'autant plus grande que la constante diélectrique K du gaz est plus grande.

Pour essayer de mettre en évidence l'existence d'une pareille anisotropie du milieu gazeux produite par le champ électrique, j'ai utilisé deux solides tubes métalliques, de longueur variant de $0^m,50$ à 3^m, suivant les expériences, et fermés par de fortes glaces à faces parallèles. Dans un des tubes, j'ai introduit un dispositif pour permettre la production du champ électrique. La contrainte prévue théoriquement étant très faible, j'ai employé la méthode interférentielle, comme étant une des plus sensibles.

Un faisceau de lumière provenant d'une lampe à arc, rendu parallèle par un collimateur, tombait sur un miroir de Jamin et en se dédoublant traversait les deux tubes remplis de gaz. En arrivant sur un second miroir ils se rencontraient et en interférant donnaient des franges projetées sur un écran. Au moyen d'un compensateur de Jamin, on pouvait compenser les retards et déterminer le signe de la différence de marche. Si donc la présence du champ électrique déterminait une contraction du gaz et par con-

séquent une augmentation de densité sur un des tubes, il se produisait une différence de marche qui déterminait un déplacement des franges. De fait, ayant répété un très grand nombre de fois l'expérience dans l'air et le gaz CO^2, je n'ai pas pu obtenir le moindre déplacement des franges.

Pour augmenter la valeur de la constante diélectrique, j'ai comprimé le gaz CO^2 à 25^{atm}, de sorte que la constante diélectrique passe de la valeur 1,00089 à 1,0224.

Quoique la différence de potentiel critique puisse augmenter en même temps dans ces circonstances par suite de l'augmentation de la rigidité électrostatique, je n'ai encore pas pu observer le moindre déplacement. La longueur de gaz, soumise au champ électrique et traversée par la lumière, était dans cette expérience de 1^m.

Dans la suite, j'ai continué les essais avec des vapeurs à grande constante diélectrique et à grande tension élastique, comme le BrC^2H^5, S^2C, CCl^4, etc. Après avoir fait préalablement le vide dans l'appareil, j'introduisais une de ces vapeurs et, en plus, du gaz CO^2 à 2^{atm} ou 3^{atm} pour augmenter la rigidité électrostatique de façon à permettre la production d'un champ beaucoup plus puissant et sans qu'il éclate des étincelles. Dans ces circonstances, je suis arrivé à observer un déplacement d'environ $\frac{1}{10}$ de frange, dans le sens qui correspond à l'augmentation du retard sur le tube qui contient le gaz contraint par le champ électrique. L'ordre de grandeur du phénomène se retrouve à peu près le même que celui qu'on trouve en calculant au moyen de la relation établie par M. Lippmann. En calculant par la même relation, pour les gaz purs, tels que CO^2, même comprimés à 25^{atm}, on voit que dans les conditions réalisées dans l'expérience précédente, le déplacement serait sensiblement plus petit que ce qu'il est possible d'observer d'une façon certaine.

Ces expériences ont eu lieu avec des vapeurs ou des gaz dont la densité était bien la même dans les deux tubes ; si, au contraire, on introduit la vapeur ou le gaz par le tube qui ne contient pas le champ, à cause de la difficulté qu'ont les gaz à traverser les petits orifices, l'équilibre de densité ne s'établit que lentement, et pendant ce temps, la densité sera plus forte dans le tube qui ne contient pas le dispositif pour le champ.

En produisant, à ce moment, un champ électrique, on voit un grand déplacement se produire dans le sens d'une augmentation du retard sur le trajet du gaz soumis au champ. En effet, sous l'action du champ, la vapeur ou le gaz tend à pénétrer vers le champ maximum pour augmenter la capacité du condensateur.

Donc, lorsque la vapeur ou le gaz a une densité plus grande, en dehors de l'espace où se produira le champ, sous l'action du champ, il se produira une forte pénétration vers le champ maximum. Une fois que les densités sont égales, pour les vapeurs, on peut encore observer une augmentation de pression dans le champ, alors que pour les gaz, cette augmentation étant trop faible, échappe aux moyens d'observation; mais, vu la continuité probable de ces phénomènes, il y a beaucoup de chances que le phénomène existe aussi dans les gaz.

Je continue du reste les expériences sur les gaz en perfectionnant continuellement les dispositifs d'observation et de mesure.

On trouvera des renseignements détaillés sur ces recherches dans un travail qui paraîtra prochainement.

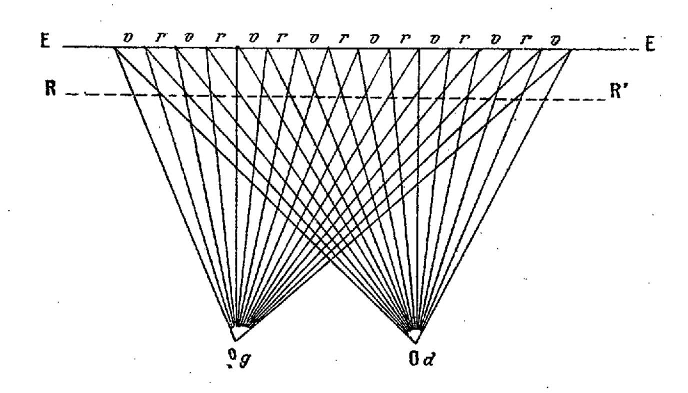
OPTIQUE. — *Synthèse des couleurs complémentaires par les réseaux lignés.* Note de M. E. Estanave, présentée par M. G. Lippmann.

L'utilisation des réseaux lignés permet d'obtenir d'une manière simple la vérification de la synthèse des couleurs dites *complémentaires*.

On sait que le vert et le rouge, le bleu et l'orangé, le violet et le jaune sont des couleurs complémentaires, c'est-à-dire que leur superposition donne l'impression du blanc. Nous avons choisi, dans le dispositif ci-contre, le vert et le rouge parce que la vérification en a paru plus saisissante.

Ce dispositif est des plus simples et se compose d'une seule plaque de verre, dont l'une des faces est lignée en deux couleurs alternativement vert et rouge, et dont l'autre face porte un réseau ligné en noir, dont les traits sont parallèles aux lignes colorées. Si l'on place cette plaque devant les yeux à environ 30 centimètres, de façon que les lignes du réseau soient verticales, on trouve facilement une position dans laquelle, en observant du coté du réseau, avec un œil seulement, le disque clair de la plaque paraît teinté en rouge, alors qu'avec l'autre œil ce même disque paraît être teinté en vert. Si alors on observe avec fixité simultanément avec les deux yeux, le disque n'est plus teinté ni en rouge ni en vert comme précédemment, mais paraît d'un blanc grisâtre. Grâce au réseau ligné, l'un des yeux voit exclusivement les lignes rouges, tandis que l'autre aperçoit seulement les lignes vertes. La teinte blanche perçue en vision binoculaire est la résultante de ces deux impressions, et constitue la vérification de la synthèse des couleurs complémentaires.

On peut se rendre compte comment, grâce au réseau ligné, chacun des yeux ne perçoit seulement que les lignes de la même couleur. Considérons (*fig.* 1) une plaque EE′ portant des lignes colorées en rouge et vert et



notées $r, r, r, \ldots$, ou $v, v, v, \ldots$. Si au-devant de cette plaque on dispose un réseau RR′ dont les traits, perpendiculaires au plan de la figure, sont parallèles aux lignes colorées de la plaque, le réseau effectuera le triage des lignes colorées pour les yeux de l'observateur placés en O_g et O_d.

On voit en effet sur la figure que l'œil gauche O_g ne pourra voir par les clairs du réseau que les lignes colorées en rouge notées r, les autres lui étant cachées par l'opacité des traits du réseau. De même l'œil droit O_d ne peut apercevoir que les lignes vertes notées v. Grâce à la finesse des lignes colorées, la discontinuité des lignes de couleur non jointives n'apparaît pas et l'œil gauche voit la plaque en rouge, tandis que l'œil droit la voit en vert.

Non seulement le procédé de synthèse par les réseaux diffère des procédés habituellement employés par les moyens qu'il met en œuvre, mais aussi et surtout par la manière même dont il effectue la synthèse. Dans les procédés habituels, en effet, on éclaire une même portion d'un écran blanc par deux faisceaux lumineux dont on a coloré les rayons, l'un en rouge, l'autre en vert par exemple, et l'on constate que la superposition de ces faisceaux sur l'écran donne le blanc ou plutôt un blanc grisâtre. La synthèse se produit donc *sur l'écran* par le mélange des rayons colorés.

Dans le procédé par les réseaux, de beaucoup plus simple, puisque une seule plaque, toujours prête à l'observation, remplace tout le système de projection, la synthèse est effectuée *par l'observateur*, car à sa volonté il voit le disque de la plaque rouge ou vert ou blanc grisâtre, suivant qu'il

l'observe avec l'un ou l'autre des deux yeux ou simultanément avec les deux yeux. Sur chaque rétine se peint un disque coloré, tandis que dans le procédé habituel chaque rétine percevait un disque gris blanc. On peut dire en quelque sorte que par les réseaux lignés la synthèse s'effectue dans le cerveau de l'observateur, car il perçoit les deux couleurs et les confond en une seule impression.

En résumé, les réseaux lignés permettent de résoudre d'une manière simple le problème : de partager une surface plane en régions, les unes visibles exclusivement à un œil, les autres visibles exclusivement à l'autre œil.

Une des premières applications a été l'obtention du relief stéréoscopique à vision directe dont j'ai parlé ici ([1]).

Nous en trouvons une autre dans la vérification de la synthèse des couleurs complémentaires.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie du rayonnement.*

Note de M. **Edmond Bauer**, présentée par M. H. Poincaré.

1. On sait que les expériences sur les chaleurs spécifiques aux basses températures et sur la répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir sont en contradiction avec la mécanique statistique et l'électrodynamique de Maxwell.

Pour éviter cette difficulté, M. Planck ([2]) a émis l'hypothèse que l'énergie d'un *résonateur*, de fréquence ν déterminée, ne peut être qu'un multiple entier d'un *quantum* fini $\varepsilon = h\nu$, h étant une constante universelle. Dans une deuxième théorie ([3]), il admet que l'émission seule est discontinue, l'absorption se faisant conformément à la théorie de Lorentz. Les deux théories rendent également bien compte des faits expérimentaux, mais elles se présentent sous une forme très abstraite. Elles n'expliquent pas comment se font les échanges d'énergie entre les diverses régions du spectre. Les résonateurs de Planck n'absorbent pas réellement l'énergie rayonnante, ne la transforment pas, ne font que l'emmagasiner temporairement et la diffuser.

([1]) *Comptes rendus*, t. 148, p. 224.

([2]) Planck *Theorie der Strahlung*, Leipzig, 1906.

([3]) Planck, *Ber. d. deut. phys. Ges.*, t. XIII, 1911, p. 138.

M. Nernst [1] a proposé une théorie plus concrète, mais fondée sur des hypothèses arbitraires en apparence.

2. Je veux montrer ici : 1° que les hypothèses de Nernst sont une conséquence nécessaire de celles de Planck ; 2° que la forme que M. Nernst donne à la théorie en permet une discussion physique nette.

Considérons une enceinte parfaitement réfléchissante, par exemple le parallélipipède rectangle de Jeans, contenant en son intérieur N_0 résonateurs de fréquence ν, N_1 molécules d'un gaz et de l'éther parcouru par du rayonnement. Lorsque l'état stationnaire est établi, l'énergie interne de la matière (gaz + résonateurs) garde une valeur invariable E.

Cherchons la distribution la plus probable de cette énergie E entre les résonateurs et les molécules. Introduisons la première hypothèse de Planck. Soient $P_0, P_1, \ldots, P_n$ les nombres de résonateurs contenant respectivement $0, 1, \ldots, n$ quanta d'énergie ε.

La probabilité d'une répartition donnée entre les N_0 résonateurs est

$$W_0 = \frac{N_0!}{P_0!\, P_1!\, P_n!} \qquad \text{et} \qquad \log W_0 = -\Sigma P_n \log P_n.$$

Le logarithme de la probabilité d'une distribution donnée de l'énergie entre les molécules et les résonateurs est, suivant les notations classiques de Boltzmann,

$$\log W = -\sum P_n \log P_n - \int f \log f \, d\sigma + \text{const.},$$

où $f\,d\sigma$ représente le nombre de molécules dont les coordonnées sont comprises entre x, y, z, et $x+dx$, $y+dy$, $z+dz$, et dont la vitesse a des composantes comprises entre $\dot{x}+d\dot{x}$, $\dot{y}+d\dot{y}$, $\dot{z}+d\dot{z}$;

$$d\sigma = dx\, dy\, dz\, d\dot{x}\, d\dot{y}\, d\dot{z}.$$

Pour chercher le maximum de W, annulons la variation de $\log W$, en introduisant les conditions

$$\sum P_n = N_0, \qquad \int f\, d\sigma = N, \qquad \Sigma\, n P_n \varepsilon + \int w f\, d\sigma = E,$$

w étant l'énergie cinétique d'une molécule.

Un calcul classique montre que W est maximum lorsque

$$f = A_1 e^{-\beta w}, \qquad P = A_2 e^{-\beta n \varepsilon}$$

(1) NERNST, *Zeitsch. f. Elektrochemie*, 1911, p. 265.

avec $\beta = \frac{N}{RT}$, R étant la constante des gaz, N le nombre d'Avogadro. D'où l'on tire

$$P = N_0(e^{-\beta(n+1)\varepsilon} - e^{-\beta n\varepsilon}). \qquad (1)$$

C'est l'hypothèse de Nernst : *le nombre de résonateurs qui possèdent l'énergie* $n\varepsilon$ *est égal au nombre de ceux dont l'énergie serait comprise entre* $n\varepsilon$ *et* $(n+1)\varepsilon$ *si la loi de répartition de Maxwell s'appliquait.*

Comme le montre M. Nernst, l'équation (1) permet de retrouver la loi des chaleurs spécifiques d'Einstein ; elle n'indique rien au sujet de la répartition de l'énergie dans le spectre du corps noir.

III. Mais on peut raisonner de la manière suivante : Le rayonnement stationnaire à l'intérieur du parallélipipède de Jeans est constitué par un nombre infini de systèmes d'ondes stationnaires, dont chacun correspond à un train d'ondes de fréquence ν et de direction absolument déterminées.

Ne faisons aucune hypothèse sur les liaisons entre les électrons et l'éther, mais supposons que les équations de Maxwell ainsi que l'expression de l'énergie du champ électromagnétique sont valables pour la *propagation libre* dans l'éther. Chacun de ces systèmes d'ondes stationnaires est assimilable à un résonateur de Planck.

Il existe le même rapport, entre un tel résonateur d'éther et un oscillateur matériel, qu'entre un tuyau sonore ou un résonateur de Helmholtz et une corde vibrante. D'ailleurs, chacun des degrés de liberté de la théorie de Jeans correspond à un semblable système d'ondes stationnaires (polarisé).

Dans la recherche de l'état le plus probable, il faut distinguer entre les molécules matérielles, les résonateurs de Planck, les résonateurs d'éther et admettre comme d'ordinaire que les probabilités sont indépendantes.

Une analyse analogue à celle du paragraphe précédent montre que :

1° Si l'on admet que les lois de la Mécanique sont valables pour les chocs entre résonateurs et molécules, et que l'émission du rayonnement se fait seule par quanta, on obtient la loi de distribution de l'énergie dans le spectre du corps noir, mais non pas la loi des chaleurs spécifiques d'Einstein. Pour retrouver celle-ci, il faudrait admettre que les échanges d'énergie entre résonateurs ne se font que par l'intermédiaire de l'éther, ce qui, aux basses températures du moins, est incompatible avec nos idées actuelles sur le rayonnement. La deuxième théorie de Planck est donc sujette à caution ;

2° Si la discontinuité ne se produit qu'au moment des chocs, les phénomènes de rayonnement étant continus ([1]), on retrouverait la formule de Planck et la loi d'Einstein, si les résonateurs ne réagissaient que sur des ondes ayant une fréquence très voisine de la leur propre. Mais il n'en est rien, l'effet Döppler seul suffit à produire des échanges d'énergie entre les diverses régions du spectre;

3° Il semble donc nécessaire d'admettre que les échanges d'énergie, présentant un caractère périodique, se font *toujours* d'une façon discontinue.

ÉLECTRICITÉ. — *La chaleur de Siemens et la notion de capacité.* Note de M. **L. Décombe**, présentée par M. E. Bouty.

Dans une précédente Communication ([2]) j'ai montré comment la théorie de Lorentz confirme l'hypothèse que j'ai proposée ([3]) touchant l'origine et l'expression de la chaleur de Siemens et de quelle manière elle peut s'accorder avec les expériences d'Höchstädter ([4]).

Aujourd'hui, après avoir établi, au moyen des graphiques du même auteur, une loi fondamentale touchant la polarisation diélectrique, je reviendrai sur ce dernier point; j'examinerai ensuite ce que devient la notion de capacité lorsqu'on tient compte de l'énergie dissipée dans le diélectrique.

I. D'après Lorentz, la charge q d'un condensateur à lame diélectrique se compose de deux parties: l'une kE, due au déplacement dans l'éther, est proportionnelle à la différence de potentiel E des armatures; l'autre m est due à la polarisation P du diélectrique à laquelle elle est proportionnelle. On doit donc poser

$$q = m + k\mathrm{E}. \quad (1)$$

Or, les graphiques relevés par Höchstädter sur les câbles de la Société Siemens-Schuckert soumis à une différence de potentiel alternative possède la propriété suivante: Si l'on multiplie toutes les ordonnées de la courbe des E par un même coefficient de proportionnalité C $\left(\text{égal à } \frac{q_{\max}}{\mathrm{E}_{\max}}\right)$ on

([1]) C'est ce qu'admet M. Nernst (*loc. cit.*, p. 269).

([2]) *Comptes rendus*, 19 juin 1911.

([3]) *Comptes rendus*, 6 février 1911.

([4]) *Elektrotechnische Zeitschrift*, mai et juin 1910.

obtient une courbe qui se superpose exactement à celle des q par un léger décalage en avant.

Si donc on pose $\omega = \frac{2\pi}{T}$, T désignant la période, et $E = f(\omega t)$, on pourra écrire, le décalage étant toujours très petit,

$$q = Cf(\omega t - \psi) = Cf(\omega t) - C\psi f'(\omega t). \tag{2}$$

En remplaçant q par cette valeur dans l'équation (1) résolue par rapport à m et posant

$$\Gamma = C - k \quad \text{et} \quad \varphi = \frac{C\psi}{C-k},$$

on trouve, par un mécanisme inverse,

$$m = \Gamma f(\omega t) - \Gamma\varphi f'(\omega t) = \Gamma f(\omega t - \varphi). \tag{3}$$

La courbe des m peut donc aussi se déduire de celle des E en en multipliant toutes les ordonnées par un même coefficient de proportionnalité Γ $\left(\text{égal à } \frac{m_{max}}{E_{max}}\right)$, puis décalant très légèrement en avant la courbe ainsi obtenue. Cette propriété se laisse aussi facilement vérifier sur les graphiques de Höchstädter. Elle s'étend d'ailleurs immédiatement à la polarisation P, à laquelle la charge m est proportionnelle.

II. Dans la théorie de Lorentz, la charge m doit vérifier une relation de la forme [1]

$$E = bm + c\frac{dm}{dt}. \tag{4}$$

Or, si l'on développe la fonction périodique $E = f(\omega t)$ suivant la série de Fourier (le décalage φ étant toujours supposé très petit), on trouve, en tenant compte de la propriété *expérimentale* exprimée par (3), que la relation précédente est identiquement satisfaite en posant

$$b = \frac{1}{\Gamma}, \quad c = \frac{\varphi}{\Gamma\omega}. \tag{5}$$

La relation (4), *déduite de la théorie de Lorentz, est donc vérifiée par l'expérience.*

---

[1] *Comptes rendus*, 19 juin 1911 (§ I).

L'énergie W dissipée pendant une période prend alors la forme [1]

(6) $$W = c\int_0^T \left(\frac{dm}{dt}\right)^2 dt.$$

Si l'on développe la fonction $m = \Gamma f(\omega t - \varphi)$ suivant la série de Fourier et si, ayant ensuite formé $\frac{dm}{dt}$, on calcule l'intégrale précédente, on la trouve proportionnelle à ω.

Le coefficient c étant inversement proportionnel à ω [formules (5)], W se présente comme indépendant de la fréquence, *résultat conforme aux expériences de Steinmetz* [2] *et de Höchstädter* [3].

La chaleur dissipée élémentaire $\left[c\left(\frac{dm}{dt}\right)^2 dt\right]$ se présente donc, même dans le cas de différences de potentiel élevées (qui est celui des expériences de Höchstädter), comme *proportionnelle au carré du courant de polarisation*. Cette interprétation modifie celle que j'avais précédemment adoptée [4].

III. Höchstädter a montré que le quotient $C = \frac{q_{max}}{E_{max}}$ se présente, au point de vue expérimental, comme une grandeur bien déterminée, indépendante de E_{max}, de la fréquence, du facteur de pointe, etc. Étant donnée la petitesse du décalage (qui permet, comme on l'a vu, d'écrire $C = \Gamma + k$), cette constance entraîne celle du rapport $\Gamma = \frac{m_{max}}{E_{max}}$.

Si l'on veut bien se rappeler la nature hétérogène de q (qui représente globalement la somme de deux charges distinctes et décalées), on n'hésitera pas à préférer comme grandeur fondamentale le rapport Γ au rapport C et à considérer la constance de Γ comme une propriété fondamentale, celle de C n'ayant alors qu'une valeur d'approximation due à la petitesse du décalage.

A ce point de vue, le résultat d'Höchstädter, d'après lequel le rapport C est pratiquement égal à la capacité statique du câble, doit s'interpréter en admettant que le rapport $\frac{\Gamma}{4\pi k}$ est égal à la susceptibilité statique σ du dié-

---

(1) *Comptes rendus*, 19 juin 1911 (§ I).
(2) *Elektroteknische Zeitschrifft*, 1901, p. 605.
(3) *Loc. cit.*
(4) *Comptes rendus*, 19 juin 1911 (§ II).

lectrique et l'on est conduit à la représentation suivante du phénomène :

La charge instantanée q d'un condensateur soumis à une différence de potentiel périodique $E = F(\omega t)$ *se compose de deux parties : la première* $kF(\omega t)$ *est identique à celle qu'il prendrait en l'absence du diélectrique; la deuxième a pour expression* $4\pi\sigma k F(\omega t - \varphi)$, *dans laquelle* σ *représente la susceptibilité statique; elle est décalée par rapport à la première d'un angle très petit* $\left(\varphi = \omega\varepsilon = \frac{2\pi c \Gamma}{T}\right)$ *indépendant de la période.*

Bien entendu, cet énoncé n'est strictement applicable qu'au diélectrique hétérogène composant la substance des câbles étudiés par Höchstädter. Néanmoins, son caractère de simplicité et surtout sa conformité avec la théorie de Lorentz permettent de penser qu'il s'agit probablement d'une propriété générale.

PHYSIQUE. — *Sur le phénomène de Magnus.*
Note de M. **A. Lafay**, présentée par M. L. Lecornu.

Les résultats inattendus auxquels m'a récemment conduit l'étude dynamométrique du phénomène de Magnus m'ont engagé à exécuter des déterminations piézométriques dans le voisinage immédiat de la surface du cylindre tournant soumis à l'action du vent.

On sait que l'action transversale découverte par Magnus a été attribuée par les balisticiens à une augmentation de pression du côté où la paroi du cylindre tourne à l'encontre du vent et s'oppose en quelque sorte au glissement de l'air.

Mes expériences (¹) m'ont montré, il y a à peu près 1 an, que, pour des vitesses de rotation comprises entre 0 et 3000 t : m., il n'en est pas ainsi, et cette constatation a même été le point de départ des recherches qui m'ont conduit à la découverte de l'inversion que ce curieux effet éprouve dans certaines conditions.

Les vitesses de rotation que je puis réaliser avec mon appareil actuel permettent non seulement de sortir avec certitude de la zone d'inversion, mais encore d'obtenir des effets transversaux directs dont la valeur $R \sin\varphi$ (²) atteint le triple de la poussée exercée par le vent sur le cylindre

(¹) *Comptes rendus*, 14 novembre 1910.
(²) *Comptes rendus*, 4 décembre 1911, p. 1147.

au repos. Il était donc intéressant de voir si, lorsque le phénomène se manifeste avec cette intensité, l'hypothèse des balisticiens se trouvait encore en désaccord avec les faits.

Pour évaluer les pressions dans le voisinage de la paroi j'ai fait usage d'une sonde obtenue en écrasant un tube en laiton de 3^{mm} à 4^{mm} de diamètre, de manière à donner à son extrémité la forme d'un coin très aigu sur une longueur de 2^{cm} à 3^{cm}. Deux petits trous sont percés vis-à-vis l'un de l'autre dans les faces de ce coin et permettent à l'air d'entrer ou de sortir jusqu'à l'égalisation de la pression de la région explorée avec celle de la chambre manométrique qui est reliée à la sonde. Le tranchant antérieur, formé par l'accolement des faces opposées du tube, a un profil arrondi, de sorte que, vue de côté, l'extrémité de l'appareil ressemble à la tête d'un poisson dont les yeux seraient figurés par les trous latéraux dont il vient d'être question.

Quelques tâtonnements m'ont permis de réaliser des sondes qui, appliquées tangentiellement par leur bord étroit contre la surface d'un corps cylindrique, le tranchant tourné face au vent, donnent dans toutes les régions des indications pratiquement identiques à celles que l'on obtient en appliquant la méthode classique d'Athanase Dupré, c'est-à-dire en utilisant un trou percé dans la paroi du corps au voisinage immédiat du point d'application de la sonde.

Dans le cas qui nous intéresse, il suffira donc d'indiquer, en y projetant un index lumineux fixe, le point de la périphérie du cylindre où l'on veut effectuer une mesure pour pouvoir y appliquer la sonde, en lui faisant frôler légèrement la paroi mobile.

Un dispositif facile à imaginer permet de donner à ce spot des déplacements angulaires autour d'un axe confondu avec celui du cylindre, de manière à pouvoir explorer méthodiquement le pourtour de ce corps.

Dans ce qui va suivre, la situation d'un point sera déterminée par l'angle α du rayon qui y aboutit avec un vecteur dirigé en sens inverse du vent produit par la soufflerie.

Le signe de α a été choisi de manière à faire coïncider le sens de rotation du cylindre avec celui des valeurs croissantes de cet angle.

Ces conventions permettent d'interpréter sans ambiguïté les indications du Tableau ci-dessous où sont relevées les pressions observées autour d'un cylindre lisse de 10^{cm} de diamètre tournant à diverses vitesses dans un vent de 19^{m} par seconde; ces pressions sont estimées en millimètres d'eau et en prenant la pression atmosphérique comme origine.

Rotations.	$\alpha=-180°$.	$-165°$.	$-150°$.	$-135°$.	$-120°$.	$-105°$.	$-90°$.	$-75°$.	$-60°$.	$-45°$.	$-30°$.	$-15°$.	$0°$.
nulle.	−10	−10	−10	−10	−11	−13	−17	−21	−21	−13	+7	+20	+23
1570 t:m.	−9	−9	−9	−9	−10	−14	−27	−32	−27	−14	+7	+20	+23
4720 ».	−11	−11	−11	−10	−10	−10	−9	−8	−7	0	+12	+21	+22
9450 ».	−18	−16	−12	−9	−8	−5	−2	+3	+8	+14	+20	+22	+18
Rotations.	$\alpha=180°$.	$165°$.	$150°$.	$135°$.	$120°$.	$105°$.	$90°$.	$75°$.	$60°$.	$45°$.	$30°$.	$15°$.	$0°$.
nulle.	−10	−10	−10	−11	−12	−14	−17	−20	−21	−13	+7	+19	+23
1570 t:m.	−9	−9	−9	−9	−10	−11	−16	−26	−25	−13	+5	+19	+23
4720 ».	−11	−11	−13	−22	−40	−65	−79	−71	−52	−29	−4	+14	+22
9450 ».	−18	−23	−32	−63	−93	−104	−102	−85	−63	−37	−14	+7	+18

Le cylindre étant au repos, on constate de part et d'autre autour de $\alpha = \pm 65^\circ$ deux zones identiques où la dépression est maxima; ces dépressions s'accentuent toutes deux dès que la rotation commence, mais celle qui se trouve du côté des α négatifs croît plus vite que l'autre; on est dans la phase d'inversion du phénomène. La deuxième ligne du Tableau ci-dessus correspond à la vitesse de rotation de 1570 t : m pour laquelle cet effet inverse est voisin de son maximum.

Pour des rotations plus grandes la dépression située du côté des α positifs continue à augmenter et la position de son maximum s'avance vers 90°; l'autre dépression diminue puis disparaît, le phénomène direct est alors franchement établi; on aura une idée de la distribution des pressions dans ce cas en se reportant à la troisième ligne du Tableau.

Enfin, pour de très grandes vitesses de rotation, la pression devient encore un peu plus forte du côté des α négatifs, mais la dépression atteint une valeur et une étendue considérables dans la région des α positifs; la position de son maximum s'éloigne encore de la génératrice directement frappée et se place au delà de $\alpha = 100^\circ$.

On voit donc que, du côté où la paroi s'avance contre le vent, la pression augmente en réalité vers la fin du phénomène, lorsque l'effet direct est bien nettement établi; ceci est conforme à l'hypothèse des balisticiens, mais cette augmentation de pression ne contribue que pour une bien faible part à la production de l'effort transversal qu'ils se proposaient d'expliquer. C'est l'énorme dépression produite du côté où la paroi fuit dans le sens du vent qui exerce réellement l'action la plus importante; le cylindre est aspiré vers cette région avec beaucoup plus de force qu'il n'est poussé par l'air légèrement accumulé sur l'autre.

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur la figuration des lignes équipotentielles dans un électrolyseur. Réclamation de priorité.* Note de M. **J. Delvalez.**

Dans une Note des *Comptes rendus* du 4 décembre (p. 1150), M. A. Brochet dit que « jusqu'à présent, aucune méthode ne permettait de montrer d'une façon tangible la répartition des lignes de courant ».

Or, il y a plusieurs années, pour une étude bien voisine de la sienne, puisqu'il s'agissait de la déformation des surfaces équipotentielles d'une cuve à base rectangulaire produite par l'immersion d'une électrode parasite, j'ai indiqué une méthode absolument identique à celle de M. Brochet.

Cette étude, qu'annonçait une Note sommaire des *Comptes rendus* (t. 121, p. 492), a été faite en 1897-1898. Les résultats ont été exposés dans une Communication à la Société française de Physique, en date du 18 décembre 1908, et le *Bulletin des séances* de cette Société pour l'année 1909 (pages 5 et suivantes) en reproduit l'essentiel.

De plus, récemment, le *Bulletin de l'Union des Physiciens*, numéro d'octobre 1911, a donné le résumé de ma méthode, et quatre figures représentant de nombreuses lignes équipotentielles dans une cuve électrolytique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Résistivité électrique des aciers spéciaux.* Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Il y a quelques années [1], j'ai étudié les variations de la résistance électrique des aciers en fonction de la température, dans le but de déterminer les points de transformation du fer et de ses alliages; mes recherches portèrent sur les aciers au carbone, au chrome (2 à 3,5 pour 100), au tungstène (3 pour 100), au manganèse (2 pour 100), au nickel (3 à 4 pour 100). En vue d'un nouveau travail d'ensemble sur des séries d'aciers spéciaux dans lesquels la teneur en métal spécial s'élève jusqu'à plus de 30 pour 100, j'ai mesuré la résistivité électrique de ces aciers à la température ordinaire (18°).

La résistance électrique des fers et des aciers, dans ses rapports avec leur constitution chimique, avec leurs propriétés mécaniques, avec le traitement thermique qu'ils ont subi, a déjà fait l'objet de nombreuses recherches, parmi lesquelles je citerai particulièrement celles de Matthiessen (1863), Johnson (1881), Strouhal et Barus (1883-1885), Hopkinson (1885), Wedding (1888), Henry Le Chatelier (1890-1898), Barrett, Brown et Hadfield (1900), Capp (1904), Benedicks (1904) et Portevin (1904).

J'ai étudié les aciers au nickel, au manganèse, au chrome, au tungstène; voici les nombres trouvés, les résistances ayant été mesurées par la méthode de Lord Kelvin, montage Carpentier.

---

[1] *Journal of the Iron and Steel Institute*, mai 1903; *Bull. Soc. Encourag. Ind. nationale*, octobre 1903.

1° *Aciers au carbone.*

	Carbone.	Mn.	ρ.
Fer puddlé	0,150	0,050	11,6 μ : cm
Acier extra-doux	0,090	0,400	13,4
Acier creuset	0,290	0,400	15,7
Acier creuset	0,570	0,400	17,5
Acier creuset	0,920	0,400	18,6

2° *Aciers au nickel.*

A 0,100 de carbone.		A 0,800 de carbone.	
Teneur en Ni.	E.	Teneur en Ni.	E.
2,23	15,8	2,20	20,1
5,23	22,1	4,90	26,2
7,13	24,6	7,09	31,0
10,10	27,8	9,79	40,6
12,07	30,0	12,27	46,8
15,17	31,3	15,04	47,8
20,40	33,7	20,01	60,9
25,85	39,8	25,06	75,2
»	»	29,96	87,1

3° *Aciers au manganèse.*

Peu carburés (0,1 — 0,2 C).		Très carburés (0,8 — 0,9 C).	
Teneur en Mn.	E.	Teneur en Mn.	E.
0,432	15,5	0,461	27,9
2,150	25,4	1,031	31,0
6,139	59,8	1,972	38,4
10,512	73,1	3,084	40,3
12,920	75,8	5,112	51,8
14,400	72,5	7,200	63,5
»	»	10,080	70,2
»	»	12,096	71,2

4° *Aciers au chrome.*

Peu carburés (0,1 — 0,2 C).		Très carburés (0,8 — 0,9 C).	
Teneur en Cr.	E.	Teneur en Cr.	E.
0,703	16,2	0,986	25,4
1,207	22,5	2,141	28,2
4,502	33,2	4,570	29,2
7,835	51,7	7,279	39,0

4° *Aciers au chrome* (suite).

Peu carburés (0,1 — 0,2 C).		Très carburés (0,8 — 0,9 C).	
Teneur en Cr.	E.	Teneur en Cr.	E.
9,145	48,1	9,376	61,6
10,136	66,2	11,521	48,3
13,603	62,0	14,538	65,0
14,532	62,5	18,650	71,3
22,060	55,5	26,541	67,2
25,306	58,5	32,560	66,4
31,746	65,8	36,340	86,1
»	»	40,0	75,2

5° *Aciers au tungstène* (0,5 — 0,8 carbone).

	Métal à l'état		
Teneur en W.	trempé.	recuit.	naturel.
0,30	18,2	18,4	17,4
7,0	44,3	42,7	44,3
10,0	26,7	23,5	38,2
17,0	51.0	47,8	51,9
22,0	67,5	62,5	60,3

En résumé, on voit que :

1° Dans les aciers au carbone, la résistivité électrique croît avec la teneur en carbone;

2° Dans les aciers au nickel, à proportions égales de nickel, le carbone augmente considérablement ρ; la résistivité du nickel étant égale à 6,9, la courbe des variations passe certainement par un maximum qui correspond à une teneur en Ni comprise entre 30 et 35 pour 100, soit à la combinaison $NiFe^2$;

3° Dans les aciers au manganèse, la teneur au carbone semble ne pas intervenir; ρ passerait par un maximum correspondant à 12-13 pour 100 de manganèse;

4° Dans les aciers au chrome, on observe des irrégularités très importantes, qu'il y ait peu ou beaucoup de carbone;

5° Dans les aciers au tungstène, l'état du métal ne modifie pas sensiblement la résistivité qui passe cependant par un maximum, puis par un minimum, pour croître ensuite.

D'après M. Benedicks, la résistance électrique des aciers à la température

ordinaire se laisse exprimer par une fonction linéaire de la somme des valeurs en carbone des éléments dissous dans le fer, d'après la formule

$$\rho = 7,6 + 26,8. \quad \Sigma C\mu : \text{cm},$$
$$\Sigma C = C + \frac{12,0}{28,4}\,\text{Si} + \frac{12,0}{55,0}\,\text{Mn} + \ldots,$$

cette formule reposant sur le fait capital que des quantités équivalentes des éléments étrangers dissous dans le fer causent le même accroissement de résistance.

J'ai appliqué cette formule aux aciers au carbone que j'ai étudiés; l'accord est très bon. Elle ne s'applique naturellement plus pour les aciers spéciaux, mais elle permet alors de déterminer l'influence spécifique d'un métal sur la résistance électrique de l'acier considéré.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Méthode pour séparer les phosphomolybdates des silicomolybdates*. Note de M. P. **Mélikoff**.

Pour déceler des traces d'acide phosphorique dans les minerais et les roches, on se sert généralement du réactif molybdique. Tout en étant très sensible, ce réactif offre l'inconvénient de précipiter, en outre de l'acide phosphorique, l'acide silicique. Or, d'après Parmentier (¹), les silicomolybdates présentent les mêmes caractères, au point de vue de la forme cristalline, de la couleur et de la solubilité, que les phosphomolybdates. Dans cette Note, je me propose d'indiquer une méthode qui permet de distinguer ces deux composés.

Cette méthode est basée sur la solubilité différente de ces composés dans le peroxyde d'hydrogène aqueux, solubilité qui varie avec la concentration de celui-ci. C'est ainsi par exemple que le peroxyde d'hydrogène à 30 pour 100 dissout à la température ordinaire 43 pour 100 de phosphomolybdate d'ammonium et 6,9 pour 100 seulement de silicomolybdate d'ammonium. Dans le peroxyde d'hydrogène à 15 pour 100, la solubilité est de 26,5 pour 100 pour le premier de ces sels, et de 4,3 pour 100 pour le second.

Dans un travail fait en collaboration avec M. Pissarjevsky (²), nous avons

(¹) *Comptes rendus*, t. 92, p. 1234; t. 94, p. 213.
(²) *Berichte d. deut. chem. Ges.*, t. XXXI, 1898, p. 678.

trouvé que le borax, soumis à l'action du peroxyde d'hydrogène, se dédoublait en acide borique et en perborate de soude que nous avons été les premiers à préparer. Par analogie, il y avait lieu d'admettre que la dissolution du phosphomolybdate et du silicomolybdate dans le peroxyde d'hydrogène aqueux était également accompagnée d'un dédoublement de ces composés avec formation de permolybdates. S'il en était ainsi, leur dédoublement et par conséquent leur solubilité dans le peroxyde d'hydrogène devrait diminuer par l'addition de permolybdate d'ammonium tout formé au mélange. C'est ce qui a effectivement lieu. Comme le silicomolybdate d'ammonium est beaucoup moins soluble dans le peroxyde d'hydrogène que le phosphomolybdate, il est facile de choisir les conditions dans lesquelles le premier n'est plus soluble dans le réactif, tandis que le dernier l'est encore considérablement.

J'ai mélangé volumes égaux de peroxyde d'hydrogène à 30 pour 100 et une solution à 8 pour 100 de molybdate d'ammonium dans l'acide azotique, ce qui correspond à une teneur d'environ 4 pour 100 en permolybdate. Le mélange ainsi obtenu ne dissout pas trace de silicomolybdate, tandis qu'il dissout encore assez facilement le phosphomolybdate.

2^g environ de silicomolybdate fraîchement préparé ont été traités par 25^{cm^3} de cette solution permolybdique; au bout de 24 heures, on a filtré et recherché l'acide silicique dans la portion filtrée. Le résultat a été nettement négatif.

D'autre part, un mélange de silicomolybdate et de phosphomolybdate d'ammonium a été mis à digérer avec un excès de solution permolybdique. Après 48 heures, le mélange a été filtré, le précipité de silicomolybdate a été lavé par la solution permolybdique et dissous dans l'ammoniaque. Cette solution ne renfermait pas trace d'acide phosphorique. Ces essais me paraissent tout à fait concluants.

La réaction que je viens d'indiquer peut aussi être effectuée par voie microchimique. On fait précipiter du silicomolybdate d'ammonium et du phosphomolybdate d'ammonium sur des porte-objets, on ajoute quelques gouttes de peroxyde d'hydrogène à 30 pour 100 et l'on abandonne les essais à eux-mêmes pendant 24 heures. Au bout de ce temps, on constate que le phosphomolybdate est entièrement entré en solution, tandis que le silicomolybdate reste indissous.

CHIMIE MINÉRALE. — *Poids moléculaire de la chaux; poids atomique du calcium.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai déterminé le poids moléculaire de la chaux, en partant du formiate

de calcium. Ce sel a été préparé avec de la chaux très pure et de l'acide formique cristallisable. Il a été calciné, d'abord modérément, puis à haute température, de manière à décomposer totalement le carbonate.

J'ai suivi cette méthode pour les quatre premières expériences; dans une cinquième j'ai employé du spath d'Islande, qui a été dissous dans l'acide chlorhydrique étendu. La liqueur a été ensuite précipitée par l'ammoniaque et l'oxalate d'ammonium.

Voici les résultats :

1° Formiate de calcium sec $= 0^{g},7123$;	$CaO = 0^{g},3074$,	d'où : Poids moléculaire $=$	56,11
2° Sel $= 0^{g},2372$;	$CaO = 0^{g},1021$,	»	55,99
3° Sel $= 0^{g},891$;	$CaO = 0^{g},3836$,	»	56
4° Sel $= 2^{g},8493$;	$CaO = 1^{g},2254$,	»	55,94

5° $0^{g},4254$ de CO^3Ca ont donné, après traitement approprié, $0^{g},623$ d'oxalate de calcium ($C^2O^4Ca + H^2O$). Ce poids d'oxalate donne $0^{g},2391$ de CaO.

On a donc

$$\frac{0,623}{0,2391} = \frac{146,08}{x} \quad (^1).$$

Poids moléculaire de CaO trouvé $= 56,06$.

Conclusions. — La moyenne de ces cinq déterminations donne, pour la chaux, le poids moléculaire 56,02 et, pour le calcium, le poids atomique 40,02, nombre qui se rapproche sensiblement de celui (40,07) adopté par la Commission internationale des poids atomiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Solubilité de l'oxyde uraneux dans quelques acides.* Note de M. A. RAYNAUD, présentée par M. Armand Gautier.

Je me suis proposé d'étudier l'oxyde uraneux UO^2 au point de vue de sa solubilité dans les principaux acides. J'ai obtenu cet oxyde à l'état de pureté par la calcination en creuset fermé de l'oxalate d'uranyle purifié par plusieurs cristallisations. Voici les résultats de l'analyse :

Le sel, $C^2O^4UO^2$, desséché à 100° pendant plusieurs heures, a donné comme poids de UO^2 après calcination $0^{g},2736$.

Sel desséché $= 0^{g},3624$.

On a, d'après la proportion $\frac{0,3624}{0,2736} = \frac{100}{x}$, $UO^2 = 75,49$ pour 100.

---

[1] Le nombre 146,08 est égal au poids moléculaire de $C^2O^4Ca + H^2O$.

La théorie indique 75,45 pour 100.

L'oxyde préparé par calcination ménagée de l'oxalate est une poudre noire à reflets tantôt bruns, tantôt verdâtres. Si la calcination est trop brusque, cet oxyde devient souvent pyrophorique, comme Péligot et Ebelmen l'avaient constaté.

Action de l'acide chlorhydrique, à 22° Bé. — Pour une partie, en poids de UO^2, il faut 3100 parties d'acide, à la température du laboratoire (+17°). De même, après plusieurs heures au bain-marie bouillant, la liqueur ne se colore que faiblement, et l'oxyde ne disparaît que très lentement, ce qui prouve sa très faible solubilité à cette température.

Acide bromhydrique. — La solubilité de UO^2 est encore plus faible dans HBr dissous. En employant une solution à 51° Bé, il faut, pour 1 partie de UO^2, 4650 parties d'acide (temp. + 17°).

Acide sulfurique. — On sait qu'en dissolvant l'hydrate uraneux dans SO^4H^2 concentré, on a pu obtenir le sulfate uraneux. Mais l'oxyde uraneux anhydre ne se dissout que difficilement dans SO^4H^2, même concentré. A la température ordinaire (+17°) 1 partie de UO^2 exige 2200 parties de SO^4H^2 à 66° Bé.

Acide azotique. — Par contre, lorsqu'on traite l'oxyde uraneux par AzO^3H, il se produit, dès la température ordinaire, une attaque assez vive et l'oxyde disparaît rapidement. Il se dégage en même temps des bulles gazeuses et le flacon se remplit de vapeurs nitreuses indiquant une réduction de l'acide avec dégagement de AzO, selon l'équation

$$3\,UO^2 + 8\,AzO^3H = 3(AzO^3)^2UO^2 + 2\,AzO + 4\,H^2O.$$

Il se forme donc dans ce cas de l'azotate d'uranyle. Pour 1 partie de UO^2, il suffit de 8 parties d'acide à 36° Bé. Avec des dissolutions plus étendues, la solubilité diminue avec la dilution.

Eau régale. — Si l'on prend les proportions suivantes : 1 volume de AzO^3H pour 4 volumes de HCl, il faut employer, pour 1 partie de UO^2 ..., 29,6 parties d'eau régale (température +17°).

En augmentant la quantité de AzO^3H dans le mélange, la solubilité augmente proportionnellement.

L'eau régale bromhydrique agit d'une façon analogue.

Acide acétique. — L'oxyde uraneux est extrêmement peu soluble dans cet acide organique. Pour dissoudre $0^g,01$ de UO^2 il a fallu employer 120^{cm^3} d'acide acétique cristallisable (température +19°) après 4 jours de contact. 1 partie de UO^2 exige donc plus de 12000 parties d'acide. A 100° l'attaque ne semble guère plus considérable : l'acide évaporé après quelques heures de contact ne laisse que des traces de substance dissoute.

Ces quelques déterminations montrent donc que l'attaque par les acides

de UO^2 préparé dans les conditions indiquées plus haut est très faible. Même dans les acides forts et concentrés, la dissolution ne s'opère que très lentement et, dans certains cas, à la faveur de l'oxygène de l'air ou du solvant : elle n'est considérable qu'avec l'acide azotique ou l'eau régale, dont les propriétés oxydantes intervenant alors dans l'action chimique qui se produit, il se forme des sels uraniques.

CHIMIE. — *Sur les amides hypochloreux.* Note de M. E. **Boismenu**, présentée par M. Guignard.

J'ai montré précédemment [1] que les amides bromés et les amides iodés sont respectivement des amides hypobromeux et des amides hypoiodeux. En présence de ce résultat et à la suite des travaux de Bender [2], de Selivanoff [3], d'Hofmann [4], de Slosson [5], de Chattaway [6], de Kastle [7] et de Chattaway et Lewis [8], il était à prévoir que les amides chlorés à l'azote se conduisaient comme des amides hypochloreux. Pour vérifier cette hypothèse, j'ai cherché à combiner directement l'acide hypochloreux libre avec les amides de façon à obtenir, si possible, un hypochlorite d'amide, dans le but de déshydrater ce dernier et de le transformer en amide hypochloreux. On verra que je n'ai pas réussi à obtenir un seul hypochlorite d'amide.

Pour l'analyse des corps que j'ai préparés, le chlore, qui y est tout entier à l'état actif, et l'azote ont été dosés comme dans le cas des amides hypobromeux et hypoiodeux.

Acétamide chloré. — La solution aqueuse d'acide hypochloreux pur est préparée par dissolution de l'anhydride hypochloreux obtenu en faisant passer, à la température de zéro degré, un courant de chlore sec sur de l'oxyde jaune de mercure préalablement desséché à 300°. Cette solution est

(1) *Comptes rendus.*
(2) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XIX, 1886, p. 2273.
(3) *Ibid.*, t. XXV, 1892, p. 3617.
(4) *Ibid.*, t. XV, 1882, p. 410.
(5) *Ibid.*, t. XXVIII, 1895, p. 3265.
(6) *Chemical Society*, t. LXXV, 1899, p. 1046; t. LXXXV, 1904, p. 1181; t. LXXXVII, 1905.
(7) *American chem. Journ.*, t. XVII, p. 704.
(8) *Chem. Soc.*, t. LXXXIX, 1906, p. 155.

titrée immédiatement au moyen de la liqueur arsénieuse de Gay-Lussac. On calcule rapidement la quantité d'amide nécessaire pour saturer un volume connu d'acide hypochloreux; on dissout alors l'amide dans le minimum d'eau et l'on fait tomber goutte à goutte la solution d'acide hypochloreux dans la solution d'amide refroidie et agitée.

L'acétamide chloré cristallise par refroidissement.

	Trouvé.			Calculé pour $CH^3-CO-NH-Cl$.
	I.	II.	III.	
Cl pour 100........	37,25	37,61	37,40	37,96
N pour 100........	15,04	15,01	15,05	14,97

Il fond à 110°, chiffre indiqué par Mauguin ([1]) pour l'acétamide chloré préparé par l'action d'un courant de chlore sur une solution d'acétamide en présence d'oxyde de zinc. Sa solution aqueuse ne se trouble pas par le nitrate d'argent, à froid; au bout d'environ 10 minutes, elle donne avec ce réactif un louche à peine perceptible qui augmente avec le temps. A chaud, elle précipite immédiatement en blanc et dégage une odeur très piquante de cyanate de méthyle. Elle décolore l'indigo, après addition d'acide chlorhydrique et agit sur une solution d'iodure de potassium en mettant en liberté 2^{at} d'iode pour 1^{at} de chlore qu'il contient.

Dérivés dichlorés des amides.

Acétamide dichloré. — Au lieu de faire réagir l'acide hypochloreux sur la quantité d'acétamide capable de le saturer, si l'on emploie un poids d'amide moitié moindre et si l'on refroidit à 0° ou au-dessous, on obtient un liquide jaune, pâle, insoluble dans l'eau, plus dense que celle-ci, possédant une forte odeur chlorée et dont la composition est celle de l'acétamide dichloré.

	Trouvé.		Calculé pour $CH^3-CO-NCl^2$.
	I.	II.	
Cl pour 100.........	55,44	54,92	55,46
N pour 100.........	10,62	10,83	10,93

C'est un corps très instable qui commence à se décomposer aussitôt après sa formation, s'il est maintenu à une température supérieure à 0°. Il corrode énergiquement la peau en produisant une vive douleur. Soumis à la décomposition spontanée, il laisse comme résidu des cristaux d'acétamide monochloré. Additionné d'une très petite quantité d'eau, il dissout très facilement l'acétamide, avec élévation de température, en se transformant en acétamide monochloré.

Propionamide dichloré. — En opérant exactement comme dans le cas de l'acéta-

([1]) *Thèse Doctorat ès sciences*, Paris, 1910.

mide dichloré, mais en substituant le propionamide à l'acétamide, on obtient encore un liquide jaunâtre, insoluble dans l'eau, qui constitue le propionamide dichloré :

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Calculé pour $CH^3-CH^2-CO-NCl^2$.
Cl pour 100.........	50,25	50,13	50
N pour 100.........	10	9,86	9,85

Ce corps, quoique instable, l'est moins que l'acétamide dichloré.

Formamide dichloré. — On l'obtient comme les dérivés correspondants de l'acétamide et du propionamide. Il est jaune rougeâtre et d'une très grande instabilité.

	Trouvé. I.	Trouvé. II.	Trouvé. III.	Calculé pour $H-CO-NCl^2$.
Cl pour 100........	61,09	61,18	61,50	62,28

On le sépare de l'eau au moyen d'une ampoule à décantation et on le reçoit dans un récipient ayant séjourné au préalable pendant 10 minutes dans un mélange de glace et de sel; sans cette précaution, on s'exposerait à une violente explosion. Par suite de son extrême instabilité, on doit, pour l'analyser, le faire tomber goutte à goutte dans la solution d'iodure de potassium, au moyen de l'ampoule à décantation, en ayant soin d'agiter après chaque goutte; autrement, il se produirait une très forte élévation de température, suivie aussitôt de détonation.

Conclusions. — En résumé, les amides chlorés, obtenus par l'action de l'acide hypochloreux sur les amides, sont des amides hypochloreux. Suivant les proportions d'amide et d'eau employées, on obtient des amides monohypochloreux ou des amides dihypochloreux. Les premiers sont solides, les seconds sont liquides, jaunes et très instables L'instabilité des amides dihypochloreux est d'autant plus grande que leur poids moléculaire est plus faible. Ils se transforment en amides monohypochloreux par addition d'une quantité calculée d'amide et ils réagissent sur une solution d'iodure de potassium en libérant 4^{at} d'iode pour 2^{at} de chlore qu'ils renferment dans leur molécule.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur trois carbures saturés normaux : triacontane, tétratriacontane et hexatriacontane.* Note de M. A. Gascard, présentée par M. E. Jungfleisch.

Quoique très longue, la série des carbures saturés est encore incomplète, nous avons préparé trois termes de cette série.

Les acides palmitique et stéarique nous ont permis d'obtenir les carbures en C^{30}, C^{34} et C^{36}. Nous avons utilisé les acides dits *purs* du commerce, dont la purification a été achevée par trois cristallisations troublées dans l'alcool à 80°, à raison de 2g d'acide pour 100 d'alcool, la filtration étant faite à 17°.

L'acide palmitique ainsi purifié fondait à 62°,25 et se solidifiait à 61°,6 (le thermomètre étant plongé dans la masse). La détermination de son P. M., faite en neutralisant par une solution normale de potasse 50g d'acide dissous dans 150cm³ d'alcool, a donné 255,87 (théorie 256). L'acide stéarique se solidifiait à 69°,5; son P. M. a été trouvé égal à 284,3 (théorie 284).

Le palmitate et le stéarate d'argent ont été préparés en précipitant les solutions chaudes des sels potassiques par la quantité théoriquement correspondante d'une solution titrée de nitrate d'argent. Si la proportion de nitrate d'argent est insuffisante pour précipiter la totalité de l'acide organique, l'excès de palmitate ou de stéarate alcalin maintient le sel d'argent précipité dans un état de division tel qu'il traverse les filtres.

Le précipité blanc, lavé et desséché à l'obscurité, renfermait en Ag pour 100 : 29,73 — 29,86 (théorie 29,727) pour le palmitate et 27,57 — 27,63 — 27,68 (théorie 27,59) pour le stéarate.

Triacontane $C^{30}H^{62}$. — Une molécule de palmitate d'argent est triturée avec un atome d'iode et chauffée à 110°-120° pendant 4 heures, suivant la méthode de Simonini (*Mon. f. Chem.*, t. XIII, p. 320-326). Le palmitate de pentadécyle formé, purifié par cristallisations dans l'alcool, fond à 55°,5; saponifié, il donne l'alcool pentadécylique déjà obtenu par Simonini et fondant à 44°.

L'iodure de phosphore à chaud transforme cet alcool en éther iodhydrique qu'on purifie par dissolution dans l'alcool fort et précipitation par l'eau. L'iodure de pentadécyle se présente en belles écailles brillantes fondant à 24°,5 et se solidifiant à 23°,5 (thermomètre dans la masse). Le dosage d'iode a donné 37,2 — 37,22 (théorie 37,5).

Pour transformer cet iodure en carbure $C^{30}H^{62}$, nous le dissolvons dans le xylol purifié et nous maintenons le liquide en ébullition à reflux sur du sodium pendant une dizaine d'heures. Ce dispositif permet une action plus intime, le sodium étant liquide à cette température et fortement divisé par l'ébullition du dissolvant. L'opération étant terminée, on ajoute un mélange de benzène et d'alcool qui détruit l'excès de sodium et dissout le tout, on neutralise par HCl et filtre à chaud. Le carbure, séparé pendant le refroidissement, est purifié par des cristallisations dans le benzène. Le triacontane se présente en écailles brillantes, fusibles à 65°,2 — 65°,5, peu solubles à froid et très solubles à chaud dans le benzène, peu soluble dans l'alcool même à chaud. La détermination de son P. M. par la cryoscopie, dans la naphtaline, a donné 432 — 421,8 — 401, moy. 418,3 (théorie 422).

Un carbure de même formule (P.F. 64°) a été isolé de diverses plantes (MM. Klobb, Garnier, Ehrwein; *Bull. Soc. chim.*, 1910, p. 940) et un autre (P.F. 66°,1) des pro-

duits d'électrolyse du palmitate de potassium (JULIUS PETERSEN, *Z. f. Electrochem.*, t. XII, p. 141).

Tétratriacontane $C^{34}H^{70}$. — Le stéarate d'argent, traité comme il a été dit pour le palmitate, donne du stéarate d'heptadécyle fondant à 64°,7, cristallisant dans l'alcool absolu en petites lamelles soyeuses, d'où la saponification permet d'extraire l'alcool heptadécylique qui n'a pas encore été obtenu; c'est un solide blanc, cristallisé en écailles nacrées, fondant à 54°, soluble à froid dans l'éther et dans l'alcool absolu, insoluble à froid dans l'alcool à 65° qui le dissout à chaud, ce qui permet une purification.

L'iodure d'heptadécyle, préparé et purifié comme son homologue, est formé de lamelles brillantes fondant à 33°,6. Le dosage d'iode a donné 35,05 — 35 (théorie 34,7). Traité par le sodium, il forme le tétratriacontane $C^{34}H^{70}$, en écailles très brillantes, fondant à 73°,2 après cristallisation dans le benzène. La cryoscopie dans la naphtaline a donné pour le P. M. 495 — 453, moy. 474 (théorie 478).

J. Petersen a obtenu un carbure de même formule (P. F. 72°,9) par électrolyse du stéarate de potassium.

Hexatriacontane $C^{36}H^{74}$. — Nous avons préparé ce carbure en traitant comme précédemment l'iodure d'octadécyle par le sodium.

L'alcool octadécylique a été obtenu par le procédé de MM. Bouveault et Blanc [1], en faisant agir le sodium sur le stéarate d'éthyle dissous dans l'alcool absolu. L'alcool isolé fond à 58°,5; il est transformé en éther iodhydrique par l'iodure de phosphore. L'iodure d'octadécyle obtenu fond à 33°,5; il renferme 33,4 pour 100 d'iode (théorie 33,42).

L'hexatriacontane se présente en lamelles brillantes, fondant à 76°, très solubles à chaud et peu à froid dans le benzène, presque insolubles dans l'alcool. La cryoscopie dans la naphtaline a donné pour le P. M. 486 — 508, moy. 497 (théorie 506).

Le calcul montre que pour ces carbures les proportions de carbone et d'hydrogène pour 100 varient fort peu de l'un à l'autre et que les différences sont très inférieures aux erreurs d'expérience (entre C^{30} et C^{34}, la différence est de 0,02 pour 100 pour le C et l'H), aussi la combustion ne fournit-elle aucun renseignement sur leur identité.

Points de fusion. — Si l'on porte en abscisses les poids moléculaires des carbures saturés normaux, supérieurs à C^{13}, et en ordonnées les températures, la ligne qui réunit les points de fusion est une courbe de très grand rayon de courbure, ayant sa concavité tournée vers la ligne des abscisses [2].

Avec les alcools primaires correspondants, on obtient une courbe analogue placée parallèlement au-dessus de la précédente.

Pour les iodures alcooliques il n'en est pas de même, leurs points de fusion semblent distribués sur deux courbes différentes, l'une pour les molécules en C^{2n}, l'autre

---

(1) *Comptes rendus*, t. 137, 1903, p. 60.

(2) G. HINRICHS, *Comptes rendus*, t. 112, 1891. — TSAKALOTOS, *Comptes rendus*, t. 143, 1906.

pour celles en C^{2n+1}, mais le nombre des éthers iodhydriques solides, actuellement connus, est trop faible pour qu'il soit possible de généraliser.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de la potasse caustique sur les alcools primaires; préparation des acides correspondants.* Note de M. **Marcel Guerbet**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Dans les expériences que je poursuis sur la condensation des alcools avec leurs dérivés sodés ou potassés, j'ai pu constater qu'en présence des alcools, les alcalis caustiques, complètement déshydratés, n'attaquent que faiblement le verre aux températures de 240°-250°.

Mettant à profit cette observation, j'ai repris l'étude de la réaction de la potasse caustique sur les alcools primaires, déjà réalisée par Dumas et Stas [1] sur les alcools méthylique, éthylique, amylique et sur l'éthal. Ces savants ont montré que ces alcools, sous l'action de la chaux potassée, aux températures de 200° à 230°, se transforment en acides ayant le même nombre d'atomes de carbone dans leur molécule et qu'il se produit en même temps de l'hydrogène. Dans le cas des alcools éthylique et amylique, ce gaz est accompagné d'hydrocarbures qu'ils n'ont pas déterminés.

Il m'a paru intéressant d'effectuer cette réaction sur d'autres alcools et notamment sur des alcools à chaînes fortement ramifiées de la série grasse et de la série aromatique. Nous verrons que, même dans ce cas, il n'y a jamais transposition moléculaire et qu'il se produit toujours l'acide correspondant à l'alcool mis en œuvre.

Opérant en tubes scellés, j'ai pu recueillir les gaz formés et les identifier. Tandis que les premiers termes de la série des alcools fournissent, avec de l'hydrogène, une certaine proportion de carbures éthyléniques, les alcools élevés, à partir du terme en C^7 ne produisent plus que de l'hydrogène et sont totalement transformés en acides correspondants.

Avec ces alcools, la potasse caustique agit donc seulement comme oxydant :

$$C^n H^{2n+1} OH + KOH = C^n H^{2n-1} KO^2 + H^4.$$

Avec les alcools de poids moléculaire plus faible, elle agit en outre comme déshydratant :

$$C^n H^{2n+1} OH - H^2 O = C^n H^{2n}.$$

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LXXIII, p. 113.

Dans toutes mes expériences, je chauffais les alcools à 240°-250° pendant 16 heures en tubes scellés, avec un poids de potasse caustique trois fois plus grand qu'il n'est nécessaire d'après la réaction citée plus haut. Cette potasse avait été, au préalable, complètement privée d'eau par fusion. Après réaction, je recueillais les gaz formés, ou bien je les faisais barboter dans du brome pour transformer en bromures les carbures éthyléniques qu'ils renfermaient.

Dans le cas de l'alcool éthylique et dans celui de l'alcool isoamylique, j'ai fait l'analyse des gaz produits et j'ai pu constater que ces gaz contenaient seulement de l'hydrogène et le carbure éthylénique correspondant. J'ai d'ailleurs identifié les carbures éthyléniques, issus des autres alcools, en déterminant leur teneur en brome.

Pour recueillir l'acide formé aux dépens de chacun des alcools en expérience, je reprenais par l'eau le contenu solide des tubes, je neutralisais presque complètement la liqueur par l'addition d'acide sulfurique; je filtrais pour séparer des silicates et de la silice provenant de l'attaque des tubes par la potasse; enfin, et suivant le cas, après avoir acidifié par l'acide sulfurique, je distillais l'acide cherché dans un courant de vapeur d'eau, ou bien je l'isolais en agitant la solution avec de l'éther. Le premier procédé a été employé pour les acides acétique, propionique, isovalérique, et le poids de ces acides a été déterminé par un dosage alcalimétrique. Par le second procédé, on a pu peser directement les autres acides, après déshydratation de leur solution éthérée, par le sulfate de soude anhydre et distillation de l'éther.

Tous ces acides, sauf ceux provenant de l'oxydation des alcools éthylique et propylique dont la constitution ne pouvait être douteuse, ont été identifiés avec les acides correspondant aux alcools dont ils dérivaient. Pour cela, on a déterminé approximativement leur poids moléculaire par un essai alcalimétrique et l'on a comparé les points de fusion de leurs amides.

Les amides des acides correspondant aux alcools méthylpropyléthylique et diœnanthylique, $CH^3-(CH^2)^3-CH(C^7H^{15})-CH^2-CH^2OH$, n'ayant pas encore été décrits, j'ai préparé chacun de ces acides de deux manières différentes : en oxydant chaque alcool d'une part avec le mélange chromique, qui me donnait l'acide correspondant et d'autre part avec la potasse. Puis, j'ai converti en amides les acides provenant de ces deux modes différents d'oxydation et j'ai pu constater que ces amides présentaient deux à deux le même point de fusion.

Les résultats de mes expériences sont résumés dans le Tableau suivant:

Alcools employés.	Rendement en acide par rapport au rendement théorique. pour 100.	Poids moléculaires des acides		Points de fusion des amides des acides		Brome pour 100 des bromures éthyléniques	
		trouvés.	calculés.	préparés par la potasse.	correspondant aux alcools.	trouvé.	calculé.
Éthylique	69	"	"	"	"	84,81	85,10
Propylique	79	"	"	"	"	78,5	79,20
Isoamylique	91	"	"	125°-127°	126°-128°	68,13	69,56
Méthylpropyléthylique	95	101	116	85°	84°-85°	64,79	65,57
Heptylique	99	124	130	93°-94°	95°	"	"
Isopropylisoamyléthylique	99	163	172	101°-102°	102°	"	"
Diœnanthylique	98	219	228	108°	107°-108°	"	"
Benzylique	100	"	"	"	"	"	"
Méthylbenzyléthylique	99,5	160	164	108°-109°	108°-109°	"	"
Isopropylbenzyléthylique	100	179	192	95°-95°	95°	"	"

Ces résultats montrent que l'oxydation d'un alcool primaire par la potasse caustique produit toujours l'acide correspondant à cet alcool.

Ils montrent de plus que cette méthode d'oxydation est très avantageuse puisque pour l'alcool en C^6 le rendement atteint 95 pour 100 et qu'il est à peu près théorique pour les alcools supérieurs. Ajoutons qu'elle peut être réalisée aussi bien en vase ouvert qu'en tube scellé.

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des pigments dans le tégument des graines de Haricots.* Note [1] de M. **Henri Coupin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que sous le nom général de « haricots », on désigne les graines de diverses Légumineuses du genre *Phaseolus* (*Ph. sativus*, *Ph. multiflorus*, *Ph. lunatus*, etc.) et du genre *Dolichos* (*D. sesquipedalis*, *D. unguiculatus*, etc.). Peu de semences présentent autant de caractères différents avec les diverses races d'une même espèce. Leur coloration offre, notamment, une variété très remarquable.

Où se trouvent les matières colorantes auxquelles sont dues leurs teintes ?

Lorsqu'on fait une coupe dans le tégument d'une de ces graines, on trouve :

[1] Présentée dans la séance du 11 décembre 1911.

1° Vers l'extérieur, des cellules allongées perpendiculairement à la surface, étroitement accolées les unes aux autres, à membrane épaisse, à cavité réduite à un canal capillaire, sauf dans la partie inférieure, où elle est plus élargie : c'est l'*assise épidermique;*

2° Au-dessous, une assise de cellule de section quadrangulaire, à parois très épaisses, et dont toute la cavité est occupée par un cristal simple d'oxalate de calcium : c'est l'*hypoderme à cristaux*, qui, dans d'autres types, est remplacé par un *hypoderme lacuneux*, sans cristaux et dont les cellules sont en forme de boutons de manchette;

3° Au-dessous de cet hypoderme, se trouvent des cellules irrégulières, à parois modérément épaisses, laissant entre elles de nombreuses lacunes : c'est la *couche spongieuse*, qui se termine à la face interne par des cellules aplaties, de formes indistinctes.

Ceci dit, voici quelle est la répartition des pigments dans quelques types bien caractérisés.

Haricots blancs. — Pas trace de pigment.

Haricot d'Alger ou *Haricot beurre noir.* — Pigment noir granuleux abondant dans l'épiderme, surtout dans la partie inférieure des cellules, qui ici, est exceptionnellement large. Hypoderme à cristaux incolore. Dans plusieurs cellules de la couche spongieuse, abondant pigment rouge analogue à du suc cellulaire; mais l'écran formé par l'épiderme noir est tellement opaque que ce pigment rouge est invisible à l'extérieur.

Haricot noir hâtif de Belgique. — Pigment noir très abondant dans l'épiderme. Hypoderme incolore. Quelques cellules orangées dans la couche spongieuse.

Haricot rouge d'Orléans. — Abondant pigment rouge dans l'épiderme. Hypoderme incolore. Couche spongieuse incolore.

Haricot Dolique Asperge. — Épiderme incolore, de même que l'hypoderme. Abondant pigment rouge dans la couche spongieuse, laquelle est peu lacuneuse.

Haricot beurre du Mont d'Or. — Pigment marron abondant dans l'épiderme (sauf dans quelques cellules qui sont incolores, mais qui sont trop peu abondantes pour produire une panachure, ce à quoi, probablement, on arriverait facilement par la culture). Hypoderme incolore. Dans la couche spongieuse, quelques cellules rougeâtres insignifiantes.

Haricot Dolique Lablab. — Épiderme à longues cellules contenant abondamment du pigment marron presque rouge. Hypoderme incolore. Couche spongieuse incolore, sauf à la face interne où les cellules de formes indistinctes forment une membrane fortement colorée en rouge.

Haricot Barbès nain. — Léger pigment jaune dans les cellules épidermiques, sauf

certaines d'entre elles, isolées les unes des autres, qui en renferment une masse épaisse. Hypoderme incolore. Importante couche colorée en rosé dans la couche spongieuse.

Haricot jaune de la Chine. — Épiderme légèrement coloré en jaune. Le reste incolore.

Haricot flagolet et Roi des verts. — Épiderme et hypoderme incolores. Couche spongieuse avec chloroleucites petits et desséchés, appliqués contre les membranes, avec, de place en place, de petits cristaux verts en tablettes, isolées ou maclées en X.

Haricot de Soissons nain vert. — Épiderme et hypoderme incolores. Dans la couche spongieuse, petits chloroleucites desséchés, appliqués contre les membranes.

Haricot du Cap marbré. — Épiderme avec pigment rouge, granuleux aux places rouges et incolore aux places blanches. Hypoderme et couche spongieuse incolores.

Haricot de Prague marbré ou Haricot coco rose. — Épiderme avec cellules fortement pigmentées de rouge aux places rouges et faiblement aux places roses. Hypoderme incolore. Couche spongieuse avec quelques cellules faiblement rosées, mais en quantité insignifiante.

Haricot d'Espagne bicolore ou hybride. — Épiderme avec cellules fortement pigmentées de rouge aux places rouges et faiblement aux places roses. Hypoderme incolore. Couche spongieuse avec de nombreuses cellules rouges dans la profondeur.

Haricot de Bagnolet ou Haricot suisse gris. — Épiderme avec pigment noir, un peu violacé, dans les parties noires et avec pigment rouge dans les parties rouges. Hypoderme incolore, de même que la couche spongieuse qui, cependant, présente, çà et là, quelques cellules roses.

Haricot d'Espagne rouge. — Épiderme à cellules colorées en noir dans les parties noires et incolores (ou à peine rosées) ailleurs. Hypoderme incolore. Couche spongieuse avec des cellules nombreuses colorées en rouge, parfois très rapprochées de l'épiderme, ce qui fait que leur teinte est visible de l'extérieur au travers des régions incolores de l'épiderme.

H. Dolique Mongette. — Épiderme avec pigment noir aux places noires, incolore aux places blanches. Hypoderme incolore. Couche spongieuse à peine teintée de rosé par places.

De tout ceci il résulte que :

1° Le pigment se trouve toujours dans la cavité même des cellules et n'imprègne jamais les membranes; 2° l'hypoderme est toujours incolore; 3° dans les parties blanches, il n'y a jamais trace de pigment, ni dans l'épiderme, ni dans l'hypoderme ou la couche spongieuse; 4° le pigment noir ne se rencontre que dans l'épiderme, jamais dans le tissu lacuneux; 5° le pigment jaune ne se rencontre que dans l'épiderme; 6° le pigment marron se trouve tantôt dans l'épiderme seul, tantôt à la fois dans l'épiderme et dans

le tissu spongieux; 7° le pigment vert ne se rencontre que dans la couche spongieuse et consiste en chloroleucites desséchés et, parfois, en outre, en cristaux verts; 8° le pigment rouge se trouve tantôt dans l'épiderme seul, tantôt, à la fois, dans l'épiderme et dans la couche spongieuse, tantôt dans la couche spongieuse seule ou à peu près; 9° les panachures peuvent être dues à cinq causes : *a*. Épiderme à pigment rouge abondant par places et noir à d'autres; *b*. Épiderme à pigment noir abondant par places et transparent ailleurs, ce qui permet de voir le pigment rouge de la couche spongieuse; *c*. Épiderme à pigment rouge par places et incolore à d'autres; *d*. Épiderme à pigment rouge par places et noir à d'autres; *e*. Épiderme à pigment noir par places et incolore à d'autres.

On voit que la répartition des pigments chez les Haricots est loin d'être homogène. Sa connaissance me paraît intéressante à connaître pour l'étude de la filiation des races, l'hybridité et de nombreuses questions de biologie générale.

BOTANIQUE. — *Sur l'origine des leucoplastes et sur les processus cytologiques de l'élaboration de l'amidon dans le tubercule de pomme de terre.* Note de M. **Guilliermond**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Nous avons montré, dans une précédente Note, que, dans l'orge, les chloroleucites, qui apparaissent dans la gemmule pendant les premières phases de la germination de la graine, résultent de la transformation directe des mitochondries des cellules embryonnaires. Ce résultat, joint à des observations antérieures de Pensa et Lewitsky, démontre donc que les chloroleucites ont comme origine des mitochondries. Il était intéressant de rechercher si les leucoplastes ou amyloleucites rentrent dans le même cas. La question du rôle des leucoplastes et de l'origine de l'amidon ne semble d'ailleurs pas définitivement résolue. On sait qu'on admet, généralement, avec Schimper et A. Meyer, que l'amidon est toujours le produit de l'activité, soit des chloroleucites, soit des leucoplastes, ces derniers ayant pour fonction de condenser les hexoses sous forme d'amidon. Toutefois, pour quelques botanistes, entre autres Belzung, l'amidon pourrait naître par une sorte de précipitation au sein du cytoplasme sans le concours de leucites. Enfin, on a été jusqu'à contester l'existence des leucoplastes.

Quelles sont les relations qui existent entre les mitochondries et les leucoplastes, par quels processus cytologiques l'amidon apparaît-il dans la

cellule? Telles sont les deux questions que nous nous sommes proposé d'essayer de résoudre. Pour cela, nous avons pris comme objet d'étudier le tubercule de pomme de terre.

Examinons donc, avec les méthodes de Regaud, un tubercule très jeune, n'ayant encore que quelques millimètres de diamètre. Dans les cellules qui n'offrent pas encore d'amidon (cellules des couches externes du parenchyme cortical, cellules avoisinant les vaisseaux et cellules de la moelle), on observe un cytoplasme creusé de grosses vacuoles avec un noyau occupant généralement le centre. Dans le cytoplasme, on aperçoit parfois un petit cristalloïde de protéine et l'on constate l'existence de nombreuses mitochondries, sous forme de petits grains sphériques. Celles-ci dérivent-elles du tronçonnement de chondriocontes primitifs? Nous n'avons pas eu de tubercules suffisamment jeunes pour nous prononcer à ce sujet.

A un stade plus avancé, on voit un certain nombre de ces mitochondries subir un accroissement de volume assez sensible. Les mitochondries se transforment alors en corps sphériques ou ovoïdes environ deux ou trois fois plus gros que les mitochondries primitives. D'abord homogènes, elles montrent bientôt en leur centre une partie incolore ou moins chromatique que la périphérie, qui leur donne un aspect vésiculeux. A ce moment, les mitochondries correspondent aux leucoplastes. La partie incolore devient le point de départ de la formation d'un grain d'amidon. Elle se transforme bientôt en un petit grain d'amidon qui grossit peu à peu. Pendant ce temps, la membrane colorée qui l'entoure s'amincit de plus en plus vers l'un des pôles et prend sur l'autre l'aspect d'une petite calotte. Bientôt cette membrane se trouve interrompue et réduite à une simple calotte embrassant le grain sur un de ses côtés. Le grain présente alors l'aspect caractéristique d'un grain d'amidon avec un hile et des zones concentriques. La petite calotte finit à son tour par disparaître entièrement dès que le grain a acquis une certaine dimension. A ce moment, il ne subsiste plus aucune trace du leucoplaste. Dans quelques cas, un seul leucoplaste peut former à son intérieur deux ou trois grains d'amidon.

Si l'on traite par l'iodo-iodure de potassium une coupe fixée et colorée par les méthodes de Regaud, on constate que la partie incolore, qui se forme tout au début, au milieu du leucoplaste, reste incolore. Ce n'est que lorsque le grain d'amidon a augmenté de volume qu'il présente la réaction de l'amidon; en réalité, il ne se colore pas en bleu, mais en brun acajou, comme cela se constate d'une manière générale dans les grains d'amidon au moment de leur naissance. Cette coloration, d'abord légère, l'accentue peu à peu dans la suite.

Pendant toute la durée de ces processus, le leucoplaste continue à présenter les caractères de coloration de mitochondries : il se colore électivement et de la même manière que les mitochondries par les méthodes de Regaud et de Benda.

La transformation des mitochondries en leucoplastes, puis en grains d'amidon ne s'effectue pas simultanément dans une même cellule, mais lentement et successivement. Aussi trouve-t-on dans une même cellule tous les stades intermédiaires entre ces trois formations, ce qui ne laisse pas subsister de doute sur l'origine des leucoplastes aux dépens des mitochondries. Enfin, dans les cellules où la formation de l'amidon est le plus avancé (cellules profondes du parenchyme cortical), on observe encore de

nombreuses mitochondries à côté de gros grains d'amidon. Certaines d'entre elles sont en voie de transformation en leucoplastes; il est difficile de prévoir quel sera le sort des autres.

Nos observations s'écartent à certains égards de celles de Schimper, car nous pouvons affirmer que le grain d'amidon se forme à l'intérieur et non sur la surface externe du leucoplaste.

Il nous a semblé, autant que nous ont permis de le constater des observations non encore terminées, que les grains d'amidon qui apparaissent pendant la germination dans les radicules de diverses graines (Ricin, Haricot, Pois, etc.) se forment par des processus analogues.

Ainsi, les résultats que nous avons obtenus démontrent que les leucoplastes ou amyloleucites ne sont pas autre chose que le produit d'une légère différenciation des mitochondries. Ces corpuscules résultent simplement d'un gonflement des mitochondries, gonflement qui précède immédiatement l'élaboration du grain d'amidon. Les leucoplastes, sont donc en somme des mitochondries en voie d'évolution.

En outre, ces résultats joints à ceux que nous avions obtenus antérieurement sur l'origine des chloroleucites montrent que les leucites (chloroleucites, leucoplastes, etc.) ne naissent pas spontanément au sein du cytoplasme, mais résultent toujours de la différenciation d'éléments préexistants qui se rencontrent dans les méristèmes et les tissus embryonnaires. Ces éléments qui étaient considérés par Schimper comme de petits leucoplastes, très délicats et très difficiles à mettre en évidence, sont en réalité assimilables aux mitochondries étudiées chez les animaux. Il est possible que ces éléments dérivent de l'œuf, comme l'admettent Schimper et A. Meyer, car nous avons pu mettre en évidence de nombreuses mitochondries (chondriomites) dans toutes les cellules du nucelle, dans la cellule mère du sac embryonnaire et dans l'oosphère de diverses Liliacées.

Ajoutons que nos recherches apportent une technique précieuse pour l'étude des leucoplastes (la méthode employée pour la différenciation des mitochondries), qui permettra de préciser leur origine, leurs caractères morphologiques et leur mode de fonctionnement.

BOTANIQUE. — *Influence de la suppression partielle des réserves de la graine sur le développement de la plante.* Note [1] de M. DELASSUS, présentée par M. Gaston Bonnier.

L'action qu'exerce la suppression plus ou moins complète des réserves de

[1] Présentée dans la séance du 11 décembre 1911.

la graine sur le développement de la plante n'a, jusqu'à présent, attiré l'attention que de rares physiologistes, et n'a jamais été l'objet de recherches complètes et approfondies. Je me suis proposé de reprendre l'étude de cette importante question de botanique expérimentale, et j'exposerai, dans cette Note, les premiers résultats que m'ont fournis les expériences sur la fève, la gesse et le lupin.

Voici comment j'ai procédé :

Des graines récentes de même provenance et, autant que possible, de même poids, sont mises à tremper, 24 heures, dans l'eau. On les répartit ensuite en quatre lots de 35 graines chacun, et, au moyen d'un scalpel ou d'un rasoir, suivant les cas, on opère la mutilation des cotylédons :

Le lot I, à graines entières, sert de témoin.

Le lot II est composé de graines dont on a enlevé $\frac{1}{2}$ cotylédon.

Le lot III est composé de graines dont on a enlevé 1 cotylédon.

Le lot IV est composé de graines dont on a enlevé $1\frac{1}{2}$ cotylédon.

Ces graines sont ensuite mises en pleine terre, à la même distance les unes des autres et dans un sol parfaitement homogène, ayant reçu, avant et pendant la plantation, les mêmes façons culturales.

Dès le début de la germination, des différences fort nettes se manifestent. Dans la plupart des cas, les graines entières lèvent plus vite que celles dont les cotylédons ont été mutilés. Pour les fèves la différence était nettement accusée. Elle l'était beaucoup moins chez les gesses. Dans ce dernier cas, il m'a été difficile de noter, au début de la période germinative, des différences bien sensibles entre les plantes des divers lots ; mais, à une phase plus avancée de cette même période, les plantes provenant des graines à cotylédons sectionnés subissent un arrêt presque complet de développement, tandis que les plantes du premier lot continuent à s'accroître normalement. Il en est de même pour les lupins.

La germination terminée, je prenais la précaution d'éliminer les pieds chétifs, ainsi que ceux dont la germination trop tardive pouvait être attribuée à d'autres causes que la seule mutilation des cotylédons.

Des différences morphologiques très nettes se sont manifestées pendant tout le cours de la végétation. La suppression d'une partie des réserves de la graine entraîne, tout d'abord, un ralentissement dans la croissance de la tige, qui se manifeste pendant toute la durée de la vie du végétal. On le constate aisément sur le Tableau suivant, où j'ai noté la hauteur moyenne, en millimètres, des tiges de fève et de gesse, à la fin des trois premiers mois de leur développement :

	1 mois.				2 mois.				3 mois.			
	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Fèves..	82,6	39,4	30,5	36,5	204	96	78	60	362	328	260	200
Gesses.	103,4	76	73,3	63,9	225	187	177	154	770	675	670	590

Le nombre et la dimension des folioles sont aussi en rapport avec la quantité plus ou moins grande de réserves mises à la disposition de l'embryon, comme le montrent les chiffres suivants :

Nombre de folioles.

	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.	I.	II.	III.	IV.
Fève............	10	6	4	5	21	12	9	8	34	21	14	13
Gesses..........	29	23	24	17	165	117	126	77	327	240	228	176

Dimensions des folioles.

Fèves..	Largeur..	33,7	18,2	17,7	18,8	35,5	34,8	31,1	21,4	38,2	40,7	36,5	33,6
	Longueur.	51,2	31,1	27,2	28,2	54,4	50,5	34,5	28,6	55	57	49,4	45
Gesses.	Largeur..	6,2	4,7	4,5	3,8	10,3	8,7	9,6	7,9				
	Longueur.	52,6	45	41	31	75,6	74,3	69,8	64,8	83	84	70	78
		1 mois.				2 mois.				3 mois.			

L'étude des variations du poids frais et du poids sec de la partie aérienne de la plante, aux différents stades de la végétation, m'a fourni des résultats analogues aux précédents. J'ai opéré, à cet effet, sur cinq échantillons de chaque lot qui ont été mis dans l'étuve à 110°, pendant 10 heures :

Fèves.	Poids frais...	49,9	35,25	17,45	16,5	»	»	»	»	»	»	»	»
	Poids sec....	5,31	2,6	1,76	2,2	»	»	»	»	»	»	»	»
Gesses	Poids frais...	18,5	9,94	11,39	4,9	185	102	138	51,5	890	417	406	260
	Poids sec....	2,62	1,49	1,73	0,72	25,5	14	18	8	183	83	77,5	49,1

L'étude du système radiculaire présente aussi un réel intérêt. La mutilation des cotylédons paraît entraîner la disparition progressive des racines secondaires. La racine principale qui, pour les plantes du premier lot, ne se distingue toujours pas nettement, prend, au contraire, dans les plantes des autres lots, un grand développement.

La floraison est aussi influencée par la quantité de réserves disponibles. Toutes les plantes des différents lots ont fleuri, mais la floraison a été plus tardive pour celles qui proviennent de graines à cotylédons sectionnés.

Le nombre de fleurs est également modifié. Tandis qu'il était, en moyenne, de 36 par pied pour les fèves du premier lot, il n'était que de 20 pour celles du deuxième, de 16 pour celles du troisième et de 10 seulement pour les plants du dernier lot.

Pour les gesses dont la floraison est, en temps normal, extrêmement abondante, les chiffres trouvés sont les suivants :

1er lot : 171 2e lot : 138 3e lot : 133 4e lot : 83.

Les fruits sont aussi plus nombreux et plus gros dans le cas des lots à réserves abondantes. Voici, par exemple, le poids moyen de 100 graines de fèves récoltées le même jour :

1er lot : 245g 2e lot : 170g 3e lot : 137g 4e lot : 119g.

Enfin les circonstances m'ont permis de faire une observation intéressante. Elle a trait à l'action qu'exerce la suppression des réserves de la graine sur la résistance des plantes aux parasites. Une rouille ayant, en effet, envahi les plantations de gesses, vers la fin du mois d'avril, les plantes du premier lot n'eurent pas à en souffrir, malgré la persistance d'un temps particulièrement humide ; quelques rares taches se montrèrent sur les plantes composant le deuxième lot ; par contre, de sérieux dégâts furent occasionnés par le champignon, dans les deux derniers lots, dont la résistance avait été moins grande.

L'influence sur la plante de la disparition d'une partie des réserves de la graine se fait sentir, comme nous l'avons montré, pendant toute la durée de la vie du végétal. Mais à quel moment l'effet produit est-il maximum ? Pour les gesses et les lupins, c'est le plus souvent pendant le premier mois de la végétation que la mutilation des cotylédons fait le plus sentir son action. Mais il ne semble pas que ce soit là une règle générale. Il faut chercher sans doute la raison de ces différences dans la grosseur de la graine.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Déplacement par l'eau des substances solubles contenues dans le plasma des tubercules de pommes de terre.* Note de M. **G. André**, présentée par M. Armand Gautier.

Le déplacement par l'éther des substances nutritives (azote, acide phosphorique, potasse) contenues dans le plasma des tubercules de pommes de terre, est fort incomplet, ainsi que je l'ai établi récemment (*Comptes rendus*, t. 153, 1911, p. 1234). On parvient à une élimination beaucoup plus considérable de ces substances en plongeant les tubercules, même entiers, dans l'eau distillée additionnée d'un peu de formol et les y maintenant pendant un temps suffisamment long. A certains intervalles, on enlève l'eau dans laquelle on dose les substances dissoutes, et l'on recommence cette opération jusqu'à élimination presque totale de l'un des éléments contenus dans l'organe. L'élément qui s'élimine le plus rapidement, c'est la potasse ; il faut néanmoins attendre plusieurs mois avant que cette élimination

puisse être considérée comme à peu près complète. Il est des cas où le départ de la potasse n'exige qu'une année environ; mais on doit parfois prolonger l'expérience bien au delà de ce terme.

I. Parmi les très nombreux essais que j'ai exécutés dans ce sens, je signalerai d'abord la façon dont se sont comportés des tubercules de pommes de terre nouvelles, analogues à ceux que j'ai utilisés dans les expériences de ma Note précédente. Ces tubercules ont été immergés dans l'eau pendant treize mois et demi (31 mars 1910 au 23 mai 1911). Il a été fait neuf analyses du liquide que l'on a remplacé chaque fois par de l'eau distillée.

Poids de matière fraîche = $652^g,5$, représentant $132^g,65$ de matière sèche:

	Azote.	PO^4H^3.	K^2O.
Poids de substance ayant passé dans l'eau........	$1^g,3800$	$0^g,6967$	$3^g,3752$
Poids de substance restant dans les tubercules après expérience..........................	1,1440	0,3660	0,1487
Total......................	2,5240	1,0627	3,5239
Quantité de substance éliminée pour 100 de la quantité totale................................	54,67	65,55	95,79

On peut admettre qu'une partie importante du phosphore préexiste dans les tubercules à l'état minéral d'acide phosphorique, étant donnée la rapidité avec laquelle a lieu l'élimination de cette substance. En effet, après les 33 premiers jours d'immersion, on a dosé dans l'eau une quantité de phosphore, calculé en PO^4H^3, égale à 33,80 pour 100 de la quantité totale contenue dans les tubercules; ce qui représente un peu plus de la moitié du poids de cette substance éliminée au bout de 13 mois et demi. Le poids de potasse diffusée est de 95,79 pour 100 de la potasse totale; il est très probable que la totalité de cet alcali existe dans les tubercules à l'état de sels minéraux et organiques de solubilité variable. Si cette potasse met un temps aussi long à sortir des cellules, cela tient évidemment à la difficulté très grande qu'oppose à son passage l'épaisseur même de l'organe. D'ailleurs, la moitié de la base contenue dans les tubercules (soit 49,79 pour 100) s'était éliminée dès la première macération, c'est-à-dire dans l'espace de 33 jours. L'élimination de l'azote est plus lente : après 33 jours, la proportion de cette substance passée dans l'eau ne représentait que 24,02 pour 100 de l'azote total contenu dans les tubercules.

Est-il permis de penser que si les macérations avaient été prolongées

bien au delà du terme au bout duquel j'ai mis fin à l'expérience, il y aurait eu élimination totale de l'azote, de l'acide phosphorique, de la potasse? Pour cette dernière base, la chose est très vraisemblable. Elle est douteuse en ce qui concerne l'azote et l'acide phosphorique, car les phénomènes d'hydrolyse et d'autolyse qui contribuent à solubiliser ces éléments diminuent rapidement d'intensité, à tel point que, lors de la neuvième et dernière analyse qui répondait à une macération de 54 jours, il ne s'est éliminé qu'une fraction de l'azote s'élevant à 0,42 pour 100 de l'azote total et une fraction de l'acide phosphorique s'élevant à 0,39 pour 100 de l'acide phosphorique total. On en conclut que la forme sous laquelle l'azote reste dans les tubercules est une forme protéique, non diffusible, et que la fraction, encore notable, du phosphore qui l'accompagne est engagée dans des combinaisons complexes dont l'hydrolyse doit être extrêmement lente. Cependant, dans une autre expérience prolongée pendant 2 ans, j'ai observé une élimination d'acide phosphorique qui s'est élevée à 79 pour 100 de l'acide total.

II. L'hydrolyse des composés azotés et phosphorés peut être attribuée à la fois à des phénomènes diastasiques et chimiques. Si l'on abolit les actions diastasiques, l'hydrolyse chimique entre seule en jeu. J'ai chauffé à l'autoclave à 120° pendant 3 heures des tubercules de pommes de terre entiers que j'ai immergés ensuite dans l'eau distillée additionnée d'un peu de formol. L'expérience a été poursuivie 14 mois pendant lesquels il a été fait, à certains intervalles, 10 analyses du liquide total qu'on a aussitôt remplacé par de l'eau distillée. Voici les résultats :

	Azote.	PO^4H^3.	K^2O.
Poids de substance ayant passé dans l'eau........	g 1,4641	g 0,9831	g 2,6787
Poids de substance restant dans les tubercules après expérience..........................	1,2325	0,1740	0,0580
Total........................	2,6966	1,1571	2,7367
Quantité de substance éliminée pour 100 de la quantité totale................................	54,29	84,96	97,88

La proportion centésimale de l'azote ayant passé dans l'eau au bout de 14 mois est la même que celle de l'expérience précédente. Donc l'action d'une température de 120° n'a pas augmenté la proportion de l'azote capable de prendre, avec le temps, une forme soluble. Au contraire, la proportion

centésimale du phosphore, calculé en PO^4H^3, qui a exosmosé dans l'eau, est notablement plus élevée (84,96 au lieu de 65,55). Au bout des quarante premiers jours, 57,37 pour 100 de la quantité totale de cette substance contenue dans les tubercules s'étaient éliminés. L'hydrolyse purement chimique a donc solubilisé, dès le début, une quantité d'acide phosphorique très élevée. Quant à la potasse, elle a passé en presque totalité dans l'eau extérieure, mais la vitesse de sa diffusion n'a pas été beaucoup plus grande que dans le cas des tubercules de l'expérience précédente non soumis à l'action de la chaleur.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Application de la méthode biochimique au* Kalmia latifolia *L. et obtention d'un glucoside.* Note [1] de M. **Em. Bourquelot** et Mlle **A. Fichtenholz**, présentée par M. E. Jungfleisch.

Le *Kalmia latifolia* est un arbrisseau à feuilles persistantes de la famille des Éricacées (Rhododendrées). Il est originaire de l'Amérique du Nord, mais on le cultive depuis longtemps en Europe comme plante d'ornement. Ses feuilles sont considérées comme toxiques et elles sont employées en médecine. Aussi plusieurs chimistes ont-ils essayé d'en retirer un principe actif. G.-W. Kennedy, en 1875, a cru pouvoir y affirmer la présence de petites quantités d'arbutine [2].

Ce dernier auteur s'est basé sur le fait que quelques cristaux, obtenus souillés d'extrait, lui ont donné la réaction de Jungmann (coloration bleue avec le phosphomolybdate de sodium et l'ammoniaque). Or, cette réaction n'est nullement spécifique de l'arbutine : nous avons donc pensé que l'étude des feuilles de *Kalmia latifolia* méritait d'être reprise.

Avant de chercher à séparer le principe signalé, nous avons jugé à propos de recourir à la méthode biochimique qui, dans l'espèce, pouvait nous donner d'utiles renseignements. Nous l'avons appliquée à des feuilles fraîches, cueillies le 6 juillet, et à des feuilles cueillies le 14 octobre. Les résultats ayant été semblables dans les deux séries d'expériences, nous ne relaterons ici que ceux de la dernière. Ils sont résumés dans le Tableau ci-après.

Les liquides soumis à l'essai représentent 100^g de feuilles fraîches pour

(1) Présentée dans la séance du 11 décembre 1911.

(2) Arbutin in *Kalmia latifolia* L. (*Am. J. of Pharm.*, t. XLVII, 1875, p. 5).

100^cm3. Ils avaient été déféqués partiellement au sous-acétate de plomb. Température des essais : 17° à 20°.

	Rotation des liquides ($l = 2$).	Produits réducteurs exprimés en glucose: contenus dans 100^cm3.	formés pour 100^g de feuilles.	Indice.
Avant l'essai...............	+0°.18'	0^g,596	»	
Après action de l'invertine...	—2.12	2,116	1^g,520 pour recul de 150'	
Après 4 jours d'émulsine ...	—1.45	2,278	0,162 pour retour de 27	360
Après 12 jours d'émulsine...	—1.28	2,378	0,262 » 44	357
Après 19 jours d'émulsine...	—1.17	2,446	0,330 » 55	360

On voit que les feuilles fraîches de *Kalmia latifolia* renferment : 1° un principe hydrolysable par l'invertine, qui est du saccharose, car la quantité de sucre réducteur formé sous l'action du ferment, par rapport au changement optique observé, répond à une hydrolyse de cet hexobiose ; 2° un glucoside hydrolysable par l'émulsine.

Les chiffres de la cinquième colonne montrent que ce glucoside ne peut être de l'arbutine vraie dont l'indice est de 700 à 720 (1). Tout au plus pouvait-il exister des traces de cette arbutine à côté d'un autre glucoside à indice de réduction incomparablement moins élevé.

Ces faits établis, nous nous sommes occupés de la séparation de ces principes.

Nos premières tentatives nous ayant amenés à déceler dans les feuilles un principe glucosidique presque insoluble dans l'eau, nous avons adopté le mode opératoire suivant. L'opération a été faite sur 1200^g de feuilles fraîches cueillies le 14 octobre.

On a traité ces feuilles à deux reprises par de l'alcool à 90° bouillant. On a exprimé le marc à la presse et réuni les liquides alcooliques. Après 2 jours, on a filtré et distillé au bain-marie jusqu'à réduction à 400^cm3 environ. Par refroidissement et repos, il s'est fait un abondant dépôt de cristaux en aiguilles. On les a recueillis, lavés à l'eau froide et abandonnés à l'air. Après dessiccation, les cristaux pesaient 27^g.

On a réuni les eaux mères avec les eaux de lavage; on a étendu à 1200^cm3 avec de l'eau distillée, puis déféqué au sous-acétate de plomb. Après filtration, on a précipité dans les liquides l'excès de plomb par l'hydrogène sulfuré, ensuite on a filtré et distillé le filtrat sous pression réduite jusqu'à consistance demi-sirupeuse. Par le repos,

(1) Rappelons que l'indice de réduction d'un glucoside est, en milligrammes, la quantité de sucre réducteur formé par l'émulsine pour un retour de 1°.

il s'est encore séparé des cristaux qu'on a traités comme les précédents, auxquels on les a réunis. Enfin, les eaux mères ont été évaporées jusqu'à consistance d'extrait sec. Nous reviendrons ultérieurement sur cet extrait.

Après purification ([1]), le produit se présente sous la forme de fines aiguilles blanches, feutrées; sa saveur est d'abord crayeuse, puis légèrement sucrée, puis amère. Il fond vers 150°. Il est à peine soluble dans l'eau froide (0,114 pour 100 à 19°-20°), assez soluble dans l'eau bouillante, très soluble dans l'alcool et dans l'éther acétique.

Il est lévogyre. Son pouvoir rotatoire déterminé sur une solution dans l'alcool à 50°, pour un produit desséché à 105°-110°, est $\alpha_D = -59°,1$.

Ses solutions aqueuses donnent, avec le perchlorure de fer, une belle coloration rouge, qui est encore perceptible à 1 pour 15000. Il ne réduit la liqueur cuivrique qu'après avoir été chauffé avec de l'acide sulfurique dilué : la solution devient alors dextrogyre et il se sépare une substance cristallisée.

Pour isoler le principe réducteur formé dans cette hydrolyse, on a filtré la solution; on l'a neutralisée par le carbonate de calcium, débarrassée du sulfate de calcium et évaporée à siccité. On a repris le résidu par de l'alcool absolu bouillant; on a laissé refroidir et amorcé avec une trace de glucose. Le produit a cristallisé peu à peu. On a trouvé, pour son pouvoir rotatoire, $+51°,8$ (pouvoir rotatoire du glucose).

Le principe peu soluble dans l'eau, retiré des feuilles de *Kalmia latifolia*, est donc un glucoside.

Le seul glucoside, actuellement connu, qui paraît s'en rapprocher, est l'*asébotine* de l'*Andromeda japonica*. Reste à savoir si ces deux composés sont identiques.

PARASITOLOGIE. — *Sur le mode de contamination des feuilles de vigne par le* Plasmopara viticola. Note de MM. **L. Ravaz** et **G. Vergé**, présentée par M. Prillieux.

1° La germination des conidies du *Plasmopara viticola* est, ainsi que l'ont

([1]) Toutes ces opérations, ainsi que les propriétés du composé obtenu, seront exposées plus en détail dans un autre Recueil.

établi Farlow (¹) et Prillieux (²), extrêmement rapide. A la température de 15°, elles commencent à émettre des zoospores après 45 minutes d'immersion dans l'eau de pluie stérile : 15 minutes plus tard, toutes ont germé. Les zoospores en nombre variable, de 3 à 17 suivant les dimensions des conidies, sortent plus ou moins vite. Au fond d'une goutte d'eau, de même que sous le couvre-objet, elles sortent lentement les unes après les autres; quelques-unes même restent en route ou bien, par une sorte d'hydrolyse, se résolvent en fines granulations qui se perdent dans le liquide. Mais, à la surface libre d'une goutte d'eau, elles sortent toutes en même temps de la conidie, se séparent aussitôt et nagent dans l'eau. Leur vitesse est variable : les plus agiles parcourent le millimètre en 2 secondes. Dans une longue nappe d'eau et assez large, elles avançent en louvoyant et en décrivant des courbes plus ou moins nombreuses. Au bout de 18 minutes, on les retrouve déjà à 46^{mm} de leur point d'origine. Avant de germer à leur tour, elles peuvent donc parcourir des espaces assez longs.

2° Sur les feuilles de la vigne, la germination des conidies et des zoospores a lieu comme sur le verre : elle y est peut-être seulement un peu plus lente, mais ce point nécessite des recherches nouvelles. Ce qui paraît certain, d'après les travaux de Millardet, Müller-Thurgau, Faës, ainsi que d'après les expériences que nous avons faites jusqu'à ce jour, c'est que les zoospores ne peuvent pas pénétrer dans la feuille par la *face supérieure;* au contraire, par la *face inférieure*, la contamination réussit généralement. Or, les conidies génératrices des zoospores arrivent à peu près exclusivement à la face supérieure, qui est aussi la seule qui reçoive les traitements cupriques, dont l'efficacité n'est pas contestable. Comment expliquer cette contradiction entre les suggestions des expériences de laboratoire et les faits de la pratique?

3° Jusqu'ici, les ensemencements à la face supérieure ont été faits dans des gouttes d'eau, souvent très nombreuses, mais bien séparées les unes des autres et surtout sans communication avec le dessous de la feuille. Mais si, au lieu d'opérer ainsi, on tient les deux faces couvertes d'une couche d'eau continue et qu'on dépose à la face supérieure des conidies fraîches, la feuille prend la maladie; dans nos expériences, 5 jours après l'ensemencement, des taches avec conidiophores étaient déjà nettement visibles. C'est que les

(¹) W. G. Farlow, *On the American Grape-vine Mildew*, in *Bulletin of the Bussey Institution*, 1876.

(²) Ed. Prillieux, *Le Mildiou*, Rapport au Ministre de l'Agriculture, 1882.

zoospores, quoique formées en dessus, ont gagné le dessous par la gaine aqueuse qui enveloppait toute la feuille, et on les y retrouve facilement avec le microscope.

S'il en est ainsi, c'est la périphérie de la feuille qui doit recevoir le plus grand nombre de zoospores et porter le plus de taches. Il y a, en effet, une région qui est rarement attaquée : c'est celle qui, sur la nervure médiane, se trouve à égale distance des bords.

4° On connaît, depuis les travaux de Millardet et Gayon, la sensibilité des conidies au cuivre. Nous avons vérifié que dans une solution au $\frac{1}{1000000}$ de sulfate de cuivre, la germination n'a plus lieu. Il suffit donc de traces de ce métal pour l'arrêter. C'est à quoi servent les bouillies cupriques répandues à la face supérieure; et, s'opposant à la germination des conidies, elles s'opposent du même coup au passage des zoospores à la face inférieure.

Conclusions. — 1° Il n'est donc pas utile de changer le lieu d'épandage des bouillies cupriques ; il serait, du reste, pratiquement impossible de les pulvériser sur l'envers des feuilles.

2° Ces recherches montrent aussi que les petites pluies qui laissent sec le dessous de la feuille sont toujours peu dangereuses ; que les pluies et les rosées prolongées le sont davantage, et qu'il y a lieu de redouter surtout les brouillards épais qui, comme on le sait, couvrent d'une couche d'eau continue le dessous comme le dessus de la feuille.

PHYSIOLOGIE. — *De la spécificité des sérums antivenimeux. Sérums anticobraïque, antibothropique et anticrotalique. Venins de* Lachesis lanceolatus, *de* Crotalus terrificus *et de* Crotalus adamanteus. Note de M. **Maurice Arthus**, présentée par M. Dastre.

Les trois venins de *Lachesis lanceolatus*, de *Crotalus terrificus* et de *Crotalus adamanteus* présentent d'incontestables analogies physiologiques, avec toutefois quelques différences de détail.

Injectés dans les veines du lapin à dose convenable, les deux premiers provoquent une coagulation généralisée entraînant très rapidement la mort (aux doses que j'ai employées ne dépassant pas 5^{mg}, le venin de *Crotalus adamanteus* ne provoque pas de coagulations intravasculaires).

Les trois venins, injectés dans les veines (à dose minime pour les deux premiers, à dose quelconque, au moins jusqu'à 5^{mg}, pour le dernier), déterminent une diminution de la coagulabilité du sang ; en même temps, ils provoquent une chute brusque de la pression artérielle et une accélération respiratoire.

Injectés dans les veines, sous la peau ou dans les muscles du lapin quelque temps avant qu'on pratique une injection intraveineuse de venin de cobra, les trois venins provoquent une accélération de l'évolution de la cobraïsation, en agissant vraisemblablement sur la paroi des vaisseaux sanguins pour en augmenter la perméabilité.

Ces venins sont donc, ou à très peu près, équivalents entre eux qualitativement.

Enfin si l'on ajoute ces trois venins *in vitro* soit à du sang de peptone de chien, soit à du plasma oxalaté de cheval, soit à une solution chlorurée sodique de fibrinogène, on en provoque la coagulation, comme si ces venins contenaient du fibrin-ferment. Toutefois l'action coagulante est très énergique pour les venins de *Lachesis lanceolatus* et de *Crotalus terrificus* et faible pour le venin de *Crotalus adamanteus*.

Il convient de rappeler que le venin de cobra qui ne possède aucune action coagulante, ni quand on l'injecte dans les vaisseaux, ni quand on le mélange *in vitro* à une liqueur fibrinogénée, détermine, comme les précédents, quand il est introduit dans les veines, une chute de pression et une accélération respiratoire. Les trois venins considérés provoquent d'ailleurs, comme le venin de cobra, une diminution de la coagulation du sang quand ils sont injectés dans les vaisseaux (à dose non coagulante pour les deux premiers ; à dose quelconque, au moins jusqu'à 5^{mg}, pour le dernier).

Le sérum anticobraïque (sérum antivenimeux de l'Institut Pasteur), fourni par des chevaux préparés à l'aide de venin de cobra (au moins essentiellement si mes informations sont exactes), neutralise tous les effets que peut produire dans l'organisme du lapin l'injection de ce venin et notamment la dépression primaire, l'accélération respiratoire, la diminution de coagulabilité du sang, la curarisation, la dépression progressive.

Le sérum antibothropique et le sérum anticrotalique de l'Institut sérothérapique de Sao Paulo (Brésil), fournis par des chevaux préparés respectivement au moyen de venins de *Lachesis lanceolatus, Lachesis atrox, Lachesis alternatus* et au moyen de venin de *Crotalus terrificus*, neutralisent tous les effets que peut produire dans l'organime du lapin l'injection respectivement de venin de *Lachesis lanceolatus* et de *Crotalus terrificus*, en supprimant *in vitro* l'action coagulante respective de ces deux venins.

Mais les actions de ces sérums sur les venins sont-elles générales? Un sérum est-il *anticoagulant*, et dès lors capable de neutraliser les effets coagulants de tous les venins coagulants? Un sérum est-il *anticoagulant* et dès lors capable de neutraliser les effets anticoagulants ou antihémostatiques de tous les venins antihémostatiques? Un sérum est-il *antidépresseur* et dès

lors capable de neutraliser les effets dépresseurs de tous les venins qui provoquent la chute de la pression artérielle? Voici la réponse à ces questions :

Le sérum anticobraïque, mélangé aux venins de *Lachesis lanceolatus* et de *Crotalus adamanteus*, ne supprime pas leurs effets dépresseurs; il ne supprime pas les effets coagulants du premier et les effets antihémostatiques du second. Donc le sérum anticobraïque, antidépresseur à l'égard du venin de cobra, ne l'est pas à l'égard des venins de *Crotalus adamanteus* et de *Lachesis lanceolatus;* le sérum anticobraïque, anticoagulant à l'égard du venin de cobra, ne l'est pas à l'égard du venin de *Crotalus adamanteus*.

Le sérum anticrotalique (préparé à l'aide de venin de *Crotalus terrificus*), antidépresseur et anticoagulant à l'égard du venin de *Crotalus terrificus*, ne supprime pas les effets dépresseurs du venin de *Lachesis lanceolatus* et ne s'oppose pas à l'action coagulante exercée *in vivo* par les injections intraveineuses des venins de *Lachesis lanceolatus*, de *Vipera Russelii*, *d'Hoplocephalus curtus*. Ce sérum n'est donc ni universellement antidépresseur, ni universellement anticoagulant.

Le sérum antibothropique (préparé à l'aide d'un mélange de venins de *Lachesis lanceolatus*, de *Lachesis atrox* et de *Lachesis alternatus*) ne supprime pas les effets dépresseurs et les effets coagulants du venin de *Crotalus terrificus :* comme le précédent, il n'est donc ni universellement antidépresseur, ni universellement anticoagulant.

Les sérums antivenimeux nous apparaissent donc comme essentiellement spécifiques, n'agissant essentiellement que sur les venins utilisés dans leur préparation.

Je dis *essentiellement*, je ne dis pas *exclusivement*. J'ai noté en effet précédemment que le sérum anticobraïque exerce une action légère, minime même, pratiquement inutilisable, mais pourtant incontestable sur les venins de *Naja bungarus* et de *Bungarus cœruleus*. Le sérum antibothropique et le sérum anticrotalique agissent l'un et l'autre pour neutraliser le venin de *Crotalus adamanteus,* au moins quant à ses effets dépresseurs.

Les venins de *Lachesis lanceolatus* et de *Crotalus terrificus* font coaguler *in vitro* avec une très grande rapidité les liqueurs fibrinogénées; les venins de *Crotalus adamanteus* et *d'Hoplocephalus curtus* les font aussi coaguler mais plus lentement. Le sérum antibothropique supprime l'action *coagulante* du venin de *Lachesis lanceolatus*, mais respecte celle des venins de *Crotalus terrificus*, de *Crotalus adamanteus* et d'*Hoplocephalus curtus*. Le sérum anticrotalique supprime l'action coagulante du venin de *Crotalus terrificus*,

mais respecte celle des venins de *Crotalus adamanteus*, d'*Hoplocephalus curtus* et de *Lachesis lanceolatus*.

Donc, en général, et à part quelques rares exceptions, l'action des sérums antivenimeux est zoologiquement spécifique : elle s'exerce uniquement sur les venins dont on a usé pour la préparation des chevaux fournisseurs du sérum antivenimeux.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les vacuolides de la purpurase et la théorie vacuolidaire*. Note de M. **Raphaël Dubois**, présentée par M. Henneguy.

Dans un récent et très remarquable travail (¹), M. le professeur Grynfeltt a donné une excellente description de la glande à pourpre dans laquelle on peut lire : « Les sphérules élémentaires et les boules granuleuses ont été surtout bien vues par Raphaël Dubois et répondent sans aucun doute à ce qu'il appelle les *vacuolides* ». Mais le savant anatomiste de Montpellier n'a pas cru devoir conserver ce terme que j'avais employé (²) pour désigner les sphérules élémentaires parce que, dit-il, « dans l'esprit de M. R. Dubois les vacuolides sont les parties élémentaires du bioprotéon », tandis que pour M. Grynfeltt « ces sphérules représenteraient non le bioprotéon lui-même, mais des produits de son activité » (³).

Il m'a semblé que cette divergence de vues appelait une explication de ma part.

J'ai toujours, en effet, soutenu que mes *vacuolides* étaient les parties élémentaires du *bioprotéon*, c'est-à-dire les unités morphologiques et physiologiques les plus petites qui soient connues. Mes observations m'ayant conduit depuis longtemps (⁴) à admettre que les leucites dérivent des vacuo-

(¹) *Sur la glande hypobranchiale du* Murex trunculus (*Bibliographie anatomique*, t. XXI, fasc. 4, Berger-Levrault et Cie, édit., Paris).

(²) *Recherches sur la pourpre et sur quelques autres pigments animaux* (*Arch. de Zool. exp. et gén.*, 5e série, t. II, nº 7, 1909, p. 503 et fig. 1).

(³) « *J'ai donné le nom de* bioprotéon *à ce qu'on appelle communément* matière vivante *et qui n'est pour moi qu'un état particulier, transitoire, de ce principe unique, essentiellement protéique, à la fois force et matière, énergie et substance, qui, par ses innombrables et incessantes métamorphoses, donne à la nature son infinie variété et que j'ai pour cette raison appelé jadis* protéon ». (*Leçons de Physiologie générale et comparée*, 1898, p. 7).

(⁴) *Leçons de Physiologie générale et comparée*, 1898, p. 74-75, Paris.

lides (¹) et, d'autre part, MM. Fauré-Fremiet et Guilliermond admettant qu'ils viennent des mitochondries, il y a lieu de se demander si les mitochondries récentes et les vacuolides anciennes ne sont pas une seule et même chose ou, plutôt, deux formes différentes d'un même élément primordial, la granulation colloïdale bioprotéonique dont j'ai décrit et même figuré la structure et le fonctionnement physiologique dans de nombreuses publications depuis 1887 (²).

La plupart ont trait à la luciférase, mais la purpurase se comporte de même. Cette dernière, préparée par le procédé qui m'a permis de la découvrir et de l'étudier, contient en abondance les sphérules élémentaires de M. Grynfeltt, c'est-à-dire les vacuolides zymasiques de M. R. Dubois. Ces dernières ne sont pas des produits de fabrication de la cellule, mais bien, au contraire, la partie active, agissante du bioprotéon des cellules purpuripares. On voit nettement au microscope que ces vacuolides absorbent les prochromogènes que j'ai appelés *purpurines* et qu'elles les transforment en chromogènes. Le passage du chromogène à l'état de pigment peut se faire dans la vacuolide ou bien en dehors d'elle, par une simple action chimique provoquée par la lumière (*Murex brandaris*), ou par la chaleur (*Murex trunculus*). C'est le mode de fonctionnement des leucites qui est reproduit ici en plus petit.

Les vacuolides de la purpurase, comme toutes les autres, naissent, évoluent et se multiplient de la même manière.

Le bioprotéon, ou matière vivante, est du protéon à l'état colloïdal, c'est-à-dire composé de particules en suspension. Dans un microbe, il y en a d'innombrables quantités, suffisantes pour expliquer que ces particules ancestrales suffiront à assurer le fonctionnement de toute la lignée. Ces particules ne sont pas toujours visibles à l'ultramicroscope; on les voit apparaître là où il n'y avait rien l'instant d'avant. Ce sont les particules invisibles qui, en se développant et en se multipliant par divisions, fournissent les granulations visibles, mais dont on ne peut encore distinguer

---

(¹) *Les vacuolides* (*C. R. de la Soc. de Biol.*, t. LX, p. 526) et *Remarque, etc.* (*Ibid.*, 1906, p. 528).

(²) *Les vacuolides* (*C. R. de la Soc. de Biol.*, 8ᵉ série, t. IV, 1887); *Les Élatérides lumineux* (*Bull. de la Soc. Zool. de France*, fig. 7 et 8, Pl. IX); *Anat. et Physiol. de la Pholade dactyle* (*Ann. de l'Univ. de Lyon*, 2ᵉ fasc., t. II, Pl. XV, 1892); *La lumière physiologique* (*Revue gén. des Sc. p. et app.*, 1894, p. 522,); *Recherches sur la pourpre et autres pigments animaux* (*Arch. Zool. exp. et gén.*, 5ᵉ série, t. II, nº 7, 1909, p. 503, fig. 1).

la structure; à leur tour, ces dernières deviennent des vacuolides, dont l'une des espèces les plus grosses est celle de la purpurase; à un degré de développement plus élevé, viennent les leucites. C'est pour ce dernier motif que, dans la Note à l'Académie dans laquelle j'annonçais la découverte de la purpurase (¹), j'ai dit que cette dernière était une *macrozymase*. Cette découverte d'une macrozymase, qui montre nettement que les zymases sont des ferments *figurés*, a une grande importance d'abord au point de vue de la morphologie, mais ensuite et surtout parce que la macrozymase de la pourpre nous a permis de fournir la première explication du mode d'action des zymases pour laquelle, au lieu de faits précis d'observation, à la portée de tout le monde, on n'avait, jusqu'à nous, apporté que des hypothèses plus ou moins ingénieuses, mais sans fondement contrôlable.

J'ajouterai que la purpurase, suivant des influences diverses, fixation, dessiccation, coagulation, hydratation, coloration, peut prendre de multiples apparences décrites par les auteurs comme appartenant au cytoplasme lui-même.

CONCLUSIONS. — *Les sphérules élémentaires décrites par M. Grynfellt dans les cellules* purpuripares *sont identiques aux vacuolides de la purpurase de R. Dubois.*

La purpurase n'est pas un produit de l'activité cellulaire, elle résulte du développement de granulations bioprotéoniques actives par accroissement et multiplication. Elle a toutes les propriétés des zymases et possède la structure vacuolidaire. Au point de vue morphologique et physiologique, ces vacuolides se comportent comme des leucites, lesquels ne sont que des vacuolides amplifiées.

La purpurase présente, sous certaines influences, des apparences attribuées au cytoplasme lui-même.

CHIMIE-PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Radioactivité persistante de l'organisme sous l'influence des injections du radium insoluble. Sérothérapie radioactive.* Note de MM. **H. Dominici**, **G. Petit** et **A. Jaboin**, présentée par M. A. Chauveau.

Le 14 mars 1910, nous avons présenté à l'Académie des Sciences une Communication dont les deux points essentiels étaient :

(¹) *Sur le mécanisme de la formation de la pourpre* (*Comptes rendus*, t. 134, 1902, p. 245-247).

1° La persistance d'une certaine quantité de sulfate de radium dans l'organisme d'un cheval très âgé, huit mois après l'injection de 1^{mg} de sel dans le système veineux de cet animal;

2° Le contraste entre la rapidité de l'excrétion d'une partie du sulfate de radium, pendant la période consécutive à l'injection, et la lenteur de l'élimination de la fraction résiduelle de ce produit pendant la phase ultérieure.

Des recherches nouvelles nous ont donné des résultats en concordance avec ceux que nous venons de rappeler et nous ont permis d'étudier, en outre, certaines modifications physiologiques ressortissant à l'action prolongée du sulfate de radium sur l'organisme de l'animal qui servit à l'expérience.

Ces recherches démontrent :

1° *La persistance du sulfate de radium dans le sang du sujet d'expérience au delà de la durée de huit mois déjà signalée.*

Le 9 mars 1910, le cheval, dans le système veineux duquel on avait antérieurement injecté 1^{mg} de sulfate de radium (service du professeur G. Petit, d'Alfort), reçoit une nouvelle injection de la même quantité de ce sel.

Le 10 mars 1911, c'est-à-dire *un an* après cette expérience, le sang est encore radioactif en raison de la présence d'une certaine quantité de sel dans le milieu sanguin.

2° *La décroissance, rapide d'abord, lente ensuite, du radium en circulation.*

Nous avons trouvé, par litre, en microgrammes (millième du milligramme), les chiffres suivants [1] :

a. Sang du 9 mars 1910 (jour de l'injection) : $7^{\gamma},84$;
b. Sang du 10 mars 1910 (lendemain de l'injection) : $1^{\gamma},024$;
c. Sang du 6 novembre 1910 (8 mois plus tard) : $0^{\gamma},200$;
d. Sang du 10 mars 1911 (exactement un an après l'injection) : $0^{\gamma},052$.

3° *L'innocuité de la nouvelle injection, rehaussée par l'amélioration de l'état général* (augmentation de poids, augmentation de la quantité de globules rouges, dont le nombre est accru du double un an après l'injection).

On pourrait supposer que ces derniers phénomènes correspondent, pour une part, au changement d'existence de l'animal, peut-être mieux entretenu qu'au temps de son exploitation, mais ils doivent ressortir, d'autre part, à l'action du radium, notamment en ce qui concerne l'accroissement

---

(1) Avec la collaboration de M. Faivre.

numérique des globules rouges, si l'on s'en rapporte aux expériences de Chevrier, de Dominici et Faure-Beaulieu, qui démontrent la stimulation du système hématopoïétique, déterminée par les injections de sulfate de radium.

Nous avons encore été induits à nous demander si la permanence du sulfate de radium dans l'organisme n'était pas capable, non seulement de suractiver la formation des hématies, mais, en plus, de modifier la constitution chimique du plasma sanguin.

Nous avons tenté de vérifier la valeur de cette hypothèse d'une façon indirecte, en cherchant si le sérum de l'animal, soumis depuis plus d'une année à l'action permanente du sulfate de radium, était doué de propriétés modificatrices spéciales à l'égard de divers états morbides de l'homme ou des animaux.

Nous avons utilisé à cet effet :

a. Le sérum du cheval qui avait été soumis aux deux injections successives de sulfate de radium;

b. A titre de contrôle, le sérum de cheval indemne de toute injection de radium.

Ces expériences nous ont démontré l'activité bien supérieure du sérum radioactif dans l'atténuation ou l'arrêt manifeste de certains processus morbides de l'homme ou des animaux, d'origine infectieuse, et nous ont engagés à continuer ces recherches et à les varier de diverses façons.

Parmi les modifications d'ordre technique que nous avons adoptées figure l'adjonction de bromure de radium :

a. Au sérum de cheval déjà soumis à l'action intraveineuse du sel de radium [1];

b. Au sérum de cheval indemne de toute injection de sulfate de radium.

Nous cherchons ainsi à déterminer les conditions d'une *sérothérapie radioactive* qui nous a donné, principalement en pathologie comparée, des résultats vraiment intéressants, que nous ferons ultérieurement ressortir, dans le traitement de certaines affections cancéreuses et microbiennes, le sérum radioactif nous paraissant surtout agir comme *modificateur du terrain*, en augmentant, à un haut degré, la résistance à l'infection.

---

(1) Le sérum a été additionné, au moment même de sa récolte et avant le chauffage, d'une proportion de bromure de radium telle que chaque ampoule de 10^{cm^3} en renfermait exactement 1^{γ}, puis 2^{γ}.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE APPLIQUÉE. — *La radiographie instantanée du diaphragme chez les tabétiques.* Note de M. **Cluzet**, présentée par M. A. Chauveau.

La radioscopie du thorax des tabétiques met en évidence un ensemble de signes absolument caractéristiques dont les éléments essentiels sont : l'arythmie, l'asynergie, l'incoordination et l'hypotonie diaphragmatiques. M. Varret vient d'appeler l'attention sur cet ensemble de signes purement objectifs.

Dans ce cas, la radiographie non instantanée ne peut être d'aucune utilité, en général, car la plupart des ataxiques ne peuvent conserver l'immobilité complète et immmobiliser leur diaphragme pendant quelques secondes.

Au contraire, la radiographie instantanée, qui permet d'obtenir, malgré les mouvements, l'image nette des organes thoraciques, donne des renseignements précieux.

J'ai examiné 15 malades et, chez presque tous, j'ai obtenu des images radiographiques (en $\frac{1}{100}$ de seconde) qui caractérisent l'hypotonie et l'incoordination du diaphragme par des aspects tout spéciaux. Souvent, chaque moitié latérale du diaphragme présente une convexité très accusée et l'on constate alors la présence de deux coupoles distinctes formant entre elles un sillon médian très profond. Cet aspect, visible surtout pendant l'inspiration, est dû, sans doute, à ce que le muscle, par suite de son hypotonie, est aspiré par le thorax.

De plus, au-dessous de sa limite supérieure, la masse du diaphragme n'a pas l'opacité uniforme qu'on observe à l'état normal. On distingue, au contraire, plusieurs sillons latéraux qui forment des encoches très apparentes lorsqu'ils rencontrent la ligne convexe supérieure.

Il en résulte que la convexité du diaphragme n'est pas formée, comme chez les sujets non tabétiques, d'une courbe parfaitement régulière; on observe une ou plusieurs encoches, auxquelles correspondent des sillons, et qui sont dues à ce que toutes les parties du diaphragme ne se contractent pas également ou en même temps.

Presque toujours, l'encoche et le sillon, dont l'existence n'avait pas encore été signalée, se retrouvent aussi à l'écran, et la radiographie instantanée, dans ces cas, donne seulement une image durable des anomalies observées sur l'écran fluorescent.

Mais, dans certains cas où il est au contraire impossible d'apercevoir nettement une encoche sur l'écran soit à cause des mouvements du sujet, soit à cause de la petitesse et de la fugacité de l'anomalie, la radiographie instantanée donne, pendant l'inspiration, l'encoche caractéristique. Ainsi, chez un malade à la période préataxique, j'ai pu déceler, par une radiographie, une encoche qui a permis de confirmer le diagnostic précoce du tabès.

Il était utile de pouvoir obtenir directement sur le même cliché les images superposées du diaphragme en inspiration et en expiration. Les essais faits dans ce sens ont échoué, l'ombre du diaphragme en expiration effaçant complètement l'ombre obtenue pendant l'inspiration.

Mais on arrive au même résultat de la manière suivante :

Sur une première plaque, on prend l'image du thorax en inspiration, par exemple; puis, sur une deuxième plaque occupant exactement la place de la première, on prend l'image en inspiration. Après avoir été développés et séchés, les deux clichés sont accolés de manière que leurs bords coïncident exactement et que l'ombre du diaphragme en expiration apparaisse par transparence au-dessus de l'ombre obtenue en inspiration.

Les images correspondantes du cœur et des côtes apparaissent aussi très nettement.

On photographie alors les deux clichés accolés et bien éclairés par transparence. L'épreuve photographique obtenue permet de comparer facilement entre elles les ombres du cœur ou du diaphragme pendant l'inspiration et pendant l'expiration : les convexités anormales, les encoches et les sillons correspondants peuvent être ainsi étudiés comparativement dans les deux positions du diaphragme.

De plus, on peut évaluer approximativement l'amplitude des mouvements du diaphragme et des côtes et voir s'il y a bien concordance entre les mouvements d'abaissement du diaphragme et d'extension latérale du thorax.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les effets de certains extraits hypophysaires*. Note [1] de MM. **H. Claude** et **A. Baudouin**, présentée par M. Ch. Bouchard.

Les extraits hypophysaires que nous avons expérimentés provenaient d'hypophyses totales de bœuf desséchées à froid et dans le vide, avec le concours de M. Choay. La glande sèche a été délipoïdée par le chloroforme. Une partie du résidu sec a été mise en contact avec dix parties de sérum physiologique. Le mélange a été centrifugé et nous avons obtenu un liquide. C'est lui que nous avons utilisé.

Nous avons également essayé d'opérer une dissociation de cet extrait total en ajoutant de l'alcool jusqu'à mener la liqueur au titre de 70°. On obtient un précipité blanc en même temps qu'une liqueur hydro-alcoolique rose. Le précipité mis en suspension dans l'eau salée s'y redissout en partie. La centrifugation nous a permis d'obtenir une solution qui est active et que nous expérimentons sous le nom de *produit hypophysaire* S. Quant

[1] Présentée dans la séance du 11 décembre 1911.

à la liqueur hydro-alcoolique rose, elle a été desséchée à froid dans le vide, et le résidu repris par l'eau nous a fourni une liqueur que nous avons appelée *extrait hypothysaire* T.

Propriété des extraits. — Chez le chien et le lapin, l'extrait total, en injection sous-cutanée et à forte dose ($0^{cm^3}, 20$) ne déterminait pas d'accidents mortels, mais produisait une hypertrophie considérable des glandes, ovaires et surrénales notamment. Chez l'homme, nous injections de 2^{cm^3} à 5^{cm^3} : 1^{cm^3} équivaut à $0^g, 10$ d'extrait sec total et à $0^g, 45$ d'hypophyse fraîche.

a. Action locale. — L'injection sous-cutanée de l'extrait hypophysaire non bouilli, provoque parfois des douleurs intenses avec irradiation autour du point injecté, chez l'animal comme chez l'homme. Avec les extraits bouillis et les produits S et T, la réaction est très atténuée.

b. Action sur le cœur et la circulation. — Les effets sur l'homme sont des plus variables dans des conditions d'expériences identiques. En général, l'extrait hypophysaire total, à la dose de 5^{cm^3}, produit l'élévation de la pression artérielle. Celle-ci, mesurée à l'oscillomètre de Pachon, s'élève ordinairement de 2^{cm} à 3^{cm} de mercure. Le pouls tend corrélativement à s'abaisser. Le sujet présente très rapidement une pâleur marquée des téguments et des muqueuses. Parfois, il existe un malaise général, des nausées, comme nous avons pu l'éprouver sur nous-mêmes. Ces phénomènes sont d'ailleurs passagers et ne durent qu'un quart d'heure à une demi-heure.

Certains malades n'éprouvent pas cette élévation de pression et l'on peut même noter l'effet inverse. Il en était ainsi dans un cas de myxœdème, dans un cas d'insuffisance pluriglandulaire acromégaliforme et dans un cas de maladie de Basedow. *Ces extraits glandulaires semblent donc produire des effets différents, suivant l'état préalable des fonctions glandulaires chez le sujet en expérience.*

Les produits que nous avons appelés S et T nous ont semblé avoir des effets moins caractérisés : cependant, d'une manière générale, le produit S a provoqué l'abaissement de la pression artérielle, tandis que le produit T donnait de l'élévation. Chez les individus se présentant cliniquement avec les apparences de dystrophies glandulaires, les effets obtenus sont absolument contradictoires, mais, fait important, les effets hypotenseurs ou hypertenseurs sont toujours constants, pour le même produit, chez le même individu.

c. Action sur la fibre musculaire lisse. — Il est fréquent d'observer à la suite de l'injection, pendant le premier quart d'heure, des contractions intestinales qui provoquent des coliques. Dans quelques cas, on note de la diarrhée. Ces effets sont à rapprocher des contractions observées par différents auteurs sur le muscle utérin.

d. Action sur la diurèse. — Nous avons observé cet effet avec l'extrait total et le produit T.

e. Action sur la glycosurie. — Chez l'animal normal, on ne saurait considérer l'hypophyse comme déterminant aisément la glycosurie. Nous n'avons pu la provoquer

chez le chien. Chez le lapin nourri de choux et de carottes, on l'obtient assez souvent. Mais, lorsque l'animal reçoit au préalable, par la sonde œsophagienne, une quantité de glucose insuffisante à provoquer la glycosurie (jusqu'à 7^g ou 8^g par kilogramme), l'injection de 10^{cm^3} d'extrait total amène à peu près constamment le passage du sucre dans l'urine.

Chez l'homme, plusieurs cas sont à distinguer. Chez le sujet absolument normal, la glycosurie est très faible après l'injection d'hypophyse. Cependant, si l'on pratique l'épreuve de la glycosurie expérimentale, avec et sans injection d'hypophyse, on voit qu'elle est toujours plus marquée dans le premier cas. L'un de nous, après injection de 100^g de glucose pur, s'est injecté 5^{cm^3} d'extrait total hypophysaire. L'échantillon d'urine émis deux heures après contenait $5^g,1$ de sucre par litre, tandis que, sans injection d'hypophyse, une injection de 150^g de glucose ne faisait apparaître dans l'urine que des traces de sucre.

Pour observer dans les meilleures conditions une glycosurie hypophysaire, il convient de faire prendre au malade, sitôt après l'injection, un repas renfermant des hydrates de carbone en quantité modérée. On examinera l'urine d'avant le repas et celle émise 4 ou 5 heures après : c'est celle-ci qui contient en général le sucre. Souvent l'élimination se prolonge et peut durer trois ou quatre jours.

L'état glandulaire antérieur des sujets semble avoir, au point de vue de la glycosurie hypophysaire, une importance spéciale. Nous l'avons constaté, et avec un taux au litre de 10^g, 15^g et 20^g, chez une malade atteinte de grande insuffisance ovarienne, une parkinsonienne, une basedowienne, un jeune homme atteint d'insuffisance pluriglandulaire à type acromégalique. Nous l'avons obtenue dans diverses affections du système nerveux : tabès, chorée, polynévrite légère. L'extrait total et le produit T ont une action comparable. Le produit S est moins actif.

Il résulte donc de ces recherches, poursuivies surtout chez l'homme, que, pour apprécier les effets d'un produit glandulaire donné, *il faut tenir le plus grand compte de l'état, chez le sujet examiné, non seulement de la glande de même nom que celle qu'on injecte, mais encore des autres glandes. A cet égard, ces injections, par les réactions qu'elles engendrent, pourront fournir peut-être des indications sur l'état d'hyper- ou d'hypofonctionnement de certains appareils glandulaires.*

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Activation de la sucrase par divers acides.* Note de M. **Gabriel Bertrand** et M. et Mme **Rosenblatt**, présentée par M. E. Roux.

Kjeldahl a fait connaître, en 1881, l'influence remarquable exercée par les acides sur l'action hydrolysante de la sucrase. Depuis, un nombre considérable d'observations analogues ont été publiées, desquelles il résulte que presque toutes les diastases sont extraordinairement sensibles à la réac-

tion du milieu : le plus souvent, comme dans le cas de la sucrase, l'activité diastasique s'élève en présence d'une très petite proportion d'acide, passe par un maximum, puis décroît lorsque la proportion d'acide continue d'augmenter. Il est des diastases, au contraire, pour lesquelles une réaction alcaline est plus favorable.

Sauf en ce qui concerne ces conclusions générales, les observations précitées sont loin d'être d'accord ; non seulement les doses d'acide ou d'alcali considérées comme les plus favorables varient d'un expérimentateur à un autre, même lorsqu'il s'agit d'un seul réactif pour une seule diastase, mais souvent encore, c'est tantôt la réaction acide, tantôt la réaction alcaline, qui est indiquée comme accélérant l'action de la diastase en expérience.

C'est que, presque toujours, les conditions expérimentales ont été mal définies ou quelque notion importante négligée. Peu d'auteurs, par exemple, ont tenu compte de la nature de l'acidité, bien différente suivant qu'on l'apprécie avec l'hélianthine, le tournesol ou la phtaléine comme indicateur ; la plupart ont négligé l'influence des sels et des autres impuretés accompagnant la diastase, etc.

Il n'y a rien d'étonnant, dans ces conditions, à ce que l'étude comparative des réactifs d'un même groupe, par exemple, des divers acides, sur les réactions diastasiques, n'ait pas donné toutes les indications qu'on était en droit d'espérer. Une des mieux conduites, celle de quelques acides sur la sucrase, par Fernbach, laisse surtout l'impression que chaque acide possède une influence spécifique, sans relation apparente avec ses autres propriétés.

Les considérations émises par l'un de nous (¹) sur la constitution et le mode d'action des diastases ont conduit à donner une importance fondamentale aux substances qui interviennent à titre de complémentaires actives dans les réactions diastasiques, à supposer, par conséquent, des relations qualitatives et quantitatives entre l'influence exercée par ces substances et l'ensemble de leurs propriétés générales. En ce qui concerne l'influence des acides, deux d'entre nous, ainsi que Sörensen (²), ont démontré expérimen-

(¹) Gabriel Bertrand, *Bull. Soc. chim.*, 1897, p. 623; *Rev. gén. des Sc.*, 1905, p. 459, et *Rev. scient.*, 1909, p. 609.

(²) Gabriel Bertrand, *Comptes rendus*, 1907, p. 340, et *Bull. Soc. chim.*, 1907, p. 1120. — Gabriel Bertrand et Mlle Rosenband (aujourd'hui Mme Rosenblatt), *Comptes rendus*, 1909, p. 297, et *Bull. Soc. chim.*, 1909, p. 296. — Sörensen, *Trav. Lab. Carls.*

talement, dans ces dernières années, l'existence de telles relations. Nous venons de trouver, en poursuivant nos recherches, que les doses de divers acides qui produisent l'activation optimale de la sucrase présentent entre elles des relations tout à fait comparables à celles qui existent entre les doses limites d'acide paralysant la peroxydiastase.

Voici comment nous avons mené ces nouvelles recherches : dans un matras renfermant 84^{cm^3} d'acide titré, 15^g de sucre et 10 gouttes de toluène, nous avons ajouté 1^{cm^3} de solution contenant $0^{mg},23$ de sucrase de levure (1); le mélange a été placé dans un thermostat à + 28° et, après 24 heures, nous avons dosé le pouvoir réducteur. Un matras témoin dans lequel la solution de diastase ajoutée avait été inactivée par chauffage, permettait de tenir compte de l'action de l'acide seul sur le sucre.

En opérant avec des acides titrés de différentes concentrations et en multipliant beaucoup le nombre de expériences, nous sommes parvenus à déterminer, à 10 pour 100 près, la concentration de chacun des acides qui, dans les conditions énumérées plus haut, sont les plus favorables à l'action de la sucrase de levure. Les concentrations optimales ainsi obtenues sont rangées dans le Tableau ci-dessous par ordre de croissance :

Noms des acides.	Poids moléculaire.	Concentration optima.	Concentration optima (H Cl = 100).	Activité catalytique (H Cl = 100).
Acides monobasiques.				
Benzènesulfonique	158	m/12000	400	104
Trichloracétique	163,5	m/12000	400	75,4
Dichloracétique	129	m/6000	200	27,1
Nitrique	63	m/3500	117	100
Chlorhydrique	36,5	m/3000	100	100
Monochloracétique	94,5	m/2000	66,7	4,84
Formique	46	m/400	13,3	1,5
Acétique	60	m/300	10	0,4
Isobutyrique	88	m/15	0,5	
Lactique	90	m/15	0,5	
Butyrique normal	88	m/12	0,4	
Propionique	74	m/10	0,33	
Acides bibasiques.				
Sulfurique	98	m/3500	117	107
Oxalique	90	m/500	16,6	39
d-tartrique	150	m/275	9,2	
l-tartrique	150	m/275	9,2	
Malonique	104	m/90	3,0	6
Succinique	118	m/25	0,83	1

(1) Pour tous les détails, voir le Mémoire qui paraîtra ultérieurement.

Noms des acides.	Poids moléculaire.	Concentration optima.	Concentration optima (HCl = 100).	Activité catalytique (HCl = 100).
Acides tribasiques.				
Phosphorique	98	$m/550$	18,3	18,6
Arsénique	142	$m/325$	10,8	14,4
Citrique	192	$m/300$	10	5,1
Borique	62	$m/4$	0,13	
Sels acides.				
Sulfate monopotassique	136	$m/850$	28,4	
Oxalate »	128	$m/30$	1	
Citrate »	230	$m/20$	0,67	
Tartrate monosodique	172	$m/14$	0,47	
Phosphate monopotassique	136	$m/10$	0,33	
Malonate monosodique	126	$m/5$	0,16	

Comme on peut facilement s'en rendre compte en comparant nos résultats avec ceux, contenus dans la dernière colonne, qui expriment, d'après Ostwald, l'activité catalytique des acides sur le saccharose, l'ordre est exactement le même, à deux légères différences près; autrement dit, chaque acide conserve dans le phénoméne diastasique la même place, par rapport aux autres, que lorsqu'il agit seul sur la substance hydrolysable. Cette relation fait ressortir d'une manière saisissante la part que l'acide prend dans le phénomène diastasique et la valeur de l'hypothèse qui fait de cet acide la véritable complémentaire active du système complexe représentée par la sucrase.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Transformation du pigment sanguin en pigment biliaire sous l'influence de l'adrénaline.* Note de M. **Jacques Parisot**, présentée par M. A. Chauveau.

En faisant agir de l'adrénaline sur la matière colorante du sang provenant de globules laqués dans de l'eau distillée, on voit se produire du pigment biliaire caractérisé par ses réactions essentielles; l'examen spectroscopique permet, de plus, de suivre quelques stades successifs de cette transformation.

Quelques gouttes (4 à 5) d'une purée de globules déplasmatisées sont hémolysées

dans 10^{cm^3} d'eau distillée; on ajoute 5^{mg} environ d'adrénaline en poudre (milieu neutre ou très faiblement alcalin) et l'on place à l'étuve à 37°.

En faisant au spectroscope une observation continue des premiers stades de la transformation, on voit au bout d'un temps relativement court (souvent quelques minutes) les bandes de l'oxyhémoglobine s'affaiblir, disparaître et faire place à la large bande de l'hémoglobine réduite (100 à 140 de la graduation du spectroscope, milieu vers λ560). Ce stade peut être précédé d'une formation de méthémoglobine (bande de 60-70, λ639 environ, disparaissant sous l'influence du sulfure ammonique pour donner la bande de Stokes), dont l'apparition est inconstante et peut passer inaperçue par suite de la vitesse de la transformation.

Quoi qu'il en soit, la matière colorante demeure à l'état d'hémoglobine réduite un temps variable pendant lequel, sous l'influence de l'agitation à l'air, les bandes caractéristiques de l'oxyhémoglobine peuvent encore reparaître pour se réduire de nouveau peu à peu d'elles-mêmes, ou instantanément sous l'influence d'un réducteur. Progressivement, la bande unique se dissocie, l'espace médian s'éclaircit et l'on se trouve de nouveau en présence de deux bandes (l'une, milieu vers 108, λ578; l'autre, milieu vers 144, λ546); la première est grise, moins marquée, et la seconde au contraire beaucoup plus foncée. Ce dernier caractère différencierait déjà ces bandes de celles de l'oxyhémoglobine; mais, en outre, les agents réducteurs et particulièrement la solution alcaline d'hydrosulfite de soude font apparaître les bandes caractéristiques de l'hémochromogène (la première très nette, milieu 132, λ558 environ; la seconde plus faible, grise, milieu 165, λ527 environ). La matière colorante a donc toujours encore les caractères du pigment sanguin ferrugineux. Mais, au bout d'un certain temps, les agents réducteurs restent sans action; les bandes λ578 et λ546 persistent, puis s'affaiblissent.

En même temps que ces derniers phénomènes se produisent, le sulfure ammonique provoque l'apparition d'une bande supplémentaire entre C et D (70-80, milieu λ622 environ), qui correspondrait à la place qu'on assigne habituellement, soit à la bande σ de la sulfohémoglobine, soit à la bande dans le rouge de l'hématoporphyrine alcaline. Il a été possible, plusieurs fois, de noter l'apparition de la bande λ622 sous l'action du sulfure ammonique et de la voir disparaître, en même temps que se renforçaient les bandes λ578 et λ546, sous l'influence du chlorure de zinc ammoniacal : ce serait là, d'après les auteurs, une caractéristique de l'hématoporphyrine. Cependant, les conditions d'apparition, la difficulté de l'observation par suite du mélange de pigments à divers stades de transformation empêchent à cet égard une conclusion plus précise.

Mais, en résumé, il a été possible, jusqu'à présent, de dissocier *deux stades essentiels* dans l'action de l'adrénaline : un premier dans lequel l'étude des spectres d'absorption et l'action des agents réducteurs montrent le pigment à divers stades de transformation, mais encore à l'état de pigment sanguin ferrugineux; un deuxième, où les agents réducteurs les plus sensibles (hydrosulfite de soude) restent sans effet, où, en un mot, le pigment ayant perdu son fer s'achemine, on est arrivé au stade de pigment biliaire, comme vont le montrer maintenant les caractéristiques chimiques.

Dans cette période, 15 à 20 heures environ après le début de l'expérience, la solution s'opacifie, devient brunâtre, puis noir verdâtre. A ce moment, le liquide renferme de la matière colorante biliaire, comme le prouvent diverses réactions caractéristiques : réaction de Rosenbach (Gmélin sur papier filtre), réaction de Gmélin, de Rosin Maréchal. La substance formée possède, en outre, les propriétés de solubilité et d'insolubilité des pigments biliaires et il est de plus possible d'en faire l'extraction (procédé de Grimbert) et d'obtenir ainsi une solution alcoolique de biliverdine d'un beau vert émeraude. De plus, fait confirmatif, on peut mettre en évidence, après centrifugation, un dépôt de granulations noirâtres qui fournissent les réactions caractéristiques du fer. Solubilisées dans un peu d'acide chlorhydrique, elles donnent les réactions d'un sel ferrique : réaction du bleu de Prusse, réaction du sulfocyanate d'ammonium, réaction de Firmann et Schmelzer (bleu de Turnbull), indiquant la présence d'un oxyde de fer (hydrate ferrique) ou d'un composé ferrugineux de constitution voisine dont le fer est *directement* décelable par les réactifs généraux des sels de fer (pigment ocre?).

Ajoutons qu'une solution d'adrénaline ne donne aucune de ces réactions, et qu'un tube de sang, témoin, ne présente au bout du même temps aucun des caractères spectroscopiques décrits, en dehors de la réduction spontanée qui ne se produit qu'au bout d'un intervalle assez prolongé.

Certaines circonstances paraissent nécessaires pour que s'opèrent ces transformations dans les conditions indiquées. Le milieu doit être neutre ou faiblement alcalin; en effet, l'adrénaline en solution acide donne de l'hématine acide qui se précipite; la dissolution du dépôt en milieu très faiblement alcalin permet à la réaction de se poursuivre. D'autres facteurs interviennent également, oxygène, température vers 37°, etc.

MÉDECINE. — *Nouvelles recherches sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin.* Note de MM. **L. Launoy** et **C. Levaditi**, présentée par M. E. Roux.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 21 juillet 1911), nous avons apporté la première démonstration expérimentale de l'activité spirillocide du mercure. Le phénylméthyldithiocarbonate de Hg nous avait permis ce résultat. Depuis, nous avons étudié un certain nombre de composés mercuriels, qui, d'après leur stabilité chimique, peuvent être classés dans cinq groupes distincts.

A. Sels de Hg précipités par la soude; type choisi : $HgCl^2$.

B. Combinaisons hémi-organométalliques stables en présence de soude; précipitées par le sulfure de sodium à chaud; exemples choisis : salicylate de Hg (en solution carbonatée sodique) et hydrate de Hg phénoxypropanediol (sel n° 22), dont la formule est

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O.CH^2.CHOH.CH^2OH\\HgOH\end{matrix}\right.$$

C. Combinaisons organo-métalliques vraies, stables en présence de soude et de sulfure de sodium, même à chaud. Les deux composés étudiés répondent aux formules suivantes :

$$(NH^2.C^6H^3.CO^2Na)^2Hg \quad \text{et} \quad (NO^2.C^6H^3.CO^2Na)^2Hg.$$

D. Un sulfure complexe (corps n° 3) non précipité par la soude, mais donnant à l'ébullition du sulfure de Hg, à l'état colloïdal.

F. Un sulfure mixte, le phénylméthylaminodithiocarbonate de Hg phénoxypropanediol de formule

$$C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O.CH^2.CHOH.CH^2OH\\HgS.\underset{\|}{C}.\underset{|}{N}-\underset{|}{CH}-C^6H^5\\ \quad\; S\;\; CH^3\;\; COONa\end{matrix}\right.$$

dont la stabilité est comprise entre celle des corps des groupes C et D, c'est le corps n° 57.

Les sulfures complexes : n° 3, n° 57 et le corps n° 22 ont été découverts par MM. Fourneau et Vila. Les combinaisons du groupe C ont été préparées par M. Lüdecke (de Charlottenbourg); au point de vue thérapeutique, elles avaient déjà fait l'objet d'une étude de M. Franz Blumenthal (*Méd. Klintk*, n° 39, 1911).

Les détails de nos expériences seront publiés ailleurs; elles nous permettent de conclure que :

1° Le *sublimé* et le *salicylate de* Hg employés par voie veineuse, même à fortes doses, n'exercent aucune action spirillocide sensible sur les spirochètes qui pullulent dans le chancre expérimental du lapin.

2° Des composés, qui sont atoxiques, préparés par Lüdecke (série C de notre division), le composé diaminé n'exerce aucune action spirillocide, même à fortes doses et en injections répétées. Le composé dinitré à doses fortes et répétées est sensiblement actif (voie sous-cutanée); il est aussi plus toxique que le composé diaminé. Par voie veineuse, les résultats sont moins satisfaisants.

3° Des sulfures complexes préparés par MM. E. Fourneau et Vila, c'est le corps n° 3 (antérieurement étudié par nous) qui est de beaucoup le plus actif. Cette activité est abolie par le chauffage. Le sulfure n° 57 (combinaison de 3 et de 22) ne nous a pas donné les résultats attendus,

dans la recherche d'une stérilisation par dose unique. Le composé n° 22 est moins actif que le corps n° 3.

D'un point de vue plus général, nous pouvons encore dire que :

4° Dans les cas les plus favorables (lésion fermée, chancre moyen), on peut obtenir la stérilisation du chancre expérimental du lapin au moyen d'une unique injection d'un sel de Hg approprié (corps n° 3). La guérison complète de la lésion est rapide et les résultats, tout en restant inférieurs à ceux obtenus avec l'arsénobenzol (prép. Poulenc), s'en rapprochent sensiblement.

Le Tableau ci-dessous prouve cette conclusion :

		Nombre de jours après lesquels on trouve		
Nom du produit injecté.	Quantité de Hg pour 1000g d'animal.	des spirochètes encore mobiles.	encore des cadavres de spirochètes.	Nombre de jours pour la guérison complète.
N° 3	g 0,0012	1	7	8
Composé dinitré de Lüdecke	0,021	∞	∞	aucune amélior.
Arsénobenzol	0,05 d'arsénobenzol par kg.	2	3	7

De ce Tableau il faut encore conclure que :

5° Il n'y a aucun rapport entre la valeur thérapeutique d'un composé mercuriel et sa teneur en Hg. Il suffit d'une dose très minime de Hg pour faire disparaître les spirochètes du chancre, quand le Hg est présenté dans une combinaison convenable. Rappelons qu'il nous a suffi de $0^g,0023$ de Hg (dans un cas) injecté sous forme de n° 3 à un lapin de 2^{kg} pour stériliser un chancre riche en spirochètes.

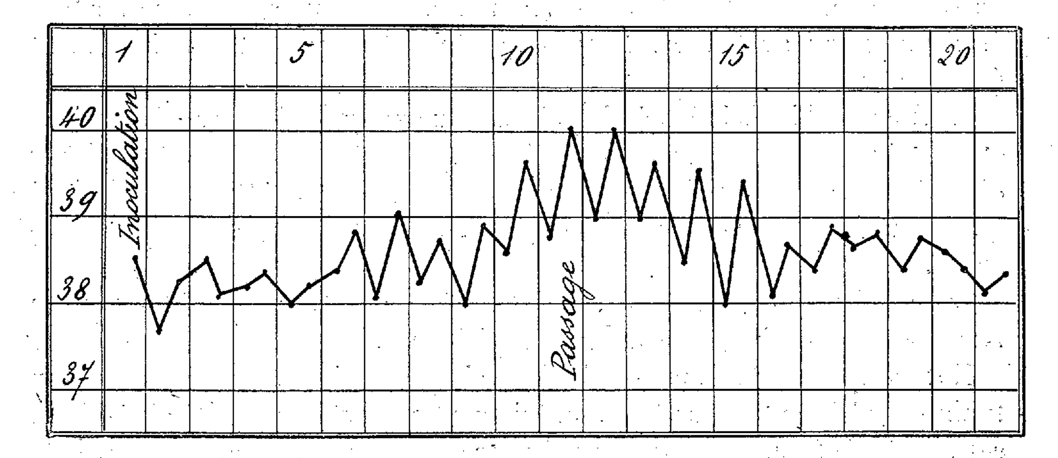
Les sulfures complexes que nous avons étudiés représentent une forme sous laquelle les propriétés microbicides du Hg (pour le spirochète de la syphilis) sont particulièrement énergiques.

6° Des recherches sur l'action de ces composés sur le spirille de la fièvre récurrente ont donné des résultats négatifs.

MÉDECINE. — *Reproduction expérimentale de la rougeole chez le Bonnet chinois. Virulence du sang des malades 24 heures avant le début de l'éruption.* Note de MM. **Ch. Nicolle** et **E. Conseil**, présentée par M. E. Roux.

Les travaux récents d'Anderson et Goldberger viennent d'ouvrir un

chapitre nouveau de la Pathologie expérimentale. Grâce à ces auteurs, nous avons appris, en quelques mois : que la rougeole était inoculable à deux espèces de singes inférieurs (*Macacus rhesus* et *M. cynomolgus*) ; que le virus existait dans le sang des malades pendant les premiers temps de l'éruption ; qu'il en disparaissait entre la 65e et la 113e heure après le début de celle-ci ; que les sécrétions oculaire, nasale et pharyngée se montraient virulentes



dans des conditions analogues ; enfin, que l'agent spécifique de la rougeole était un microbe invisible, filtrant et fragile, détruit par un chauffage à 58°.

La maladie expérimentale du singe se traduit par une fièvre de quelques jours de durée, accompagnée ou non d'une éruption peu caractéristique, sans larmoiement, coryza ou autres symptômes.

Nous avions entrepris sur ce sujet des recherches en même temps que nos deux collègues américains. Moins favorisés, nous avons dû les interrompre, faute de matériel, après une première expérience positive et concluante. Nous la rapportons aujourd'hui. Elle offre ce triple intérêt : 1° de confirmer les constatations d'Anderson et Goldberger ; 2° d'établir la sensibilité d'une troisième espèce de singe, le Bonnet chinois (*Macacus sinicus*) ; 3° de prouver la présence du virus morbilleux dans le sang des malades 24 heures avant l'éruption. C'est la confirmation de l'opinion soutenue par un grand nombre de cliniciens que la rougeole est contagieuse avant l'apparition de l'exanthème. Convaincus de ces faits et pensant que le virus n'existait peut-être dans le sang des rougeoleux qu'au début de la maladie, nous nous étions placés à ce sujet dans les conditions les plus strictes.

Le 29 avril 1911, à 2^h du soir, nous inoculons dans la cavité péritonéale d'un Bonnet chinois adulte 6^{cm^3} du sang d'un enfant, âgé de 9 ans, présentant de l'abattement, une congestion intense des yeux avec larmoiement et coryza et une température de 39°,2, sans trace d'éruption. Un frère de cet enfant était à cette date au 15e jour d'une rougeole typique et deux autres enfants de la même famille offraient exactement les mêmes symptômes que notre malade. Chez tous trois, l'éruption est apparue 24 heures plus tard et l'enfant qui avait servi à notre expérience est mort ultérieurement (bronchopneumonie).

Le Bonnet chinois inoculé n'a présenté aucun symptôme que de la fièvre et un très léger abattement. La fièvre a débuté chez lui après 9 jours d'incubation; elle a atteint son maximum (40°) les 2e et 3e jours et n'a duré que 6 jours au total; il n'y a eu ni hypothermie, ni amaigrissement consécutifs.

La courbe que nous publions est comparable à celles obtenues par Anderson et Goldberger dans leurs expériences.

Notons que notre Bonnet chinois avait présenté 8 mois auparavant un typhus expérimental des plus nets, lui ayant conféré l'immunité vis-à-vis de cette maladie (contrôle postérieur à notre expérience de transmission de la rougeole). Une atteinte antérieure de typhus exanthématique n'immunise donc point contre la rougeole.

Un second Bonnet chinois, très jeune (encore nourri par sa mère), inoculé dans la cavité péritonéale, avec 2^{cm^3} de sang du singe précédent, prélevé au 2e jour de la fièvre, n'a présenté aucun symptôme thermique ou autre. La dose injectée était faible et le prélèvement probablement trop tardif.

L'intérêt de cette Note est de montrer que *la rougeole est contagieuse avant le début de l'éruption*, c'est-à-dire *à une époque où elle ne peut être généralement reconnue.*

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la vésicule biliaire prise comme lieu d'inoculation.* Note de M. **Henri Violle**, présentée par M. Dastre.

Par différentes considérations, qui seront développées ailleurs, j'ai été amené à utiliser comme lieu d'inoculation la vésiculaire biliaire.

Chez le lapin, sur lequel j'ai plus particulièrement opéré, cette vésicule est constituée par une poche de 1^{cm^3} de capacité, normalement remplie de bile.

Elle est libre d'adhérences sur toutes ses faces, sauf en la région supérieure. Là, elle est reliée intimement avec le foie par un tissu cellulaire, riche en rameaux vasculaires allant de l'un à l'autre organe.

Avant de pratiquer les inoculations, il est indispensable de procéder à deux opérations : 1° la vésicule doit être transformée en un vase clos, sinon, l'antigène inoculé s'évacuera dans l'intestin par les voies biliaires normales sans avoir provoqué la formation d'anticorps ; 2° la bile doit être évacuée. Dans son ensemble elle a, en effet, une action nettement défavorable : α, elle présente, vis-à-vis des leucocytes, une action chimicotactique négative puissante; β, elle a une action complexe vis-à-vis des bactéries; si elle favorise le développement de certains bacilles (b. typhique, b. paratyphique, colib., b. tuberculeux, etc.), elle entrave par contre celui de certains diplocoques (méningoc., pneumoc., gonoc., etc.). La vésicule sera donc liée à son col et vidée de bile. Elle est alors prête à recevoir l'antigène.

Si c'est un antigène bactérien, il ne doit être : ni trop virulent, parce qu'alors il se développerait abondamment dans la vésicule et, se généralisant dans l'organisme, causerait la mort du sujet; ni trop atténué, parce que tel il ne provoquerait aucune réaction locale. On obviera à ces inconvénients en exaltant ou en diminuant la virulence de la bactérie par les procédés habituels.

A toute inoculation d'antigène, quelle que soit sa nature (bactérie, hématie, albumine, etc.), dans la vésicule biliaire, correspond la formation d'anticorps spécifiques. Cette production de substances nouvelles ne sera accompagnée d'aucune réaction générale si l'opération est bien conduite. Mais on constate, 8 à 15 jours après l'inoculation, des lésions locales : 1° macroscopiques (la vésicule est augmentée de volume; sa paroi est épaissie, très vascularisée, indurée et fibreuse; le contenu est constitué par un suc blanchâtre, épais et visqueux); 2° microscopiques (des vaisseaux de néo-formation, en relation avec les ramifications vésiculo-hépatiques, ont envahi la paroi, épaissie d'autre part par l'addition de tissu conjonctif). La muqueuse de la vésicule n'est pas desquamée, mais infiltrée de nombreux leucocytes (poly- et mono-nucléaires) se rendant dans la cavité vésiculaire. Cette cavité est remplie totalement par des leucocytes, qui ont détruit généralement en une à deux semaines les bactéries inoculées.

Grâce à cet afflux leucocytaire intravésiculaire, des anticorps se sont formés au sein même de la vésicule pour se répandre de là dans la circulation générale. On les trouvera donc dans le liquide vésiculaire et dans le sérum du sang. Leur présence est mise en évidence par : 1° les épreuves de vaccination sur l'animal préparé; 2° les épreuves d'immunisation sur des animaux neufs.

Toute substance entravant la leucocytose doit, de ce fait, entraver la formation des anticorps. Il en est ainsi avec l'acide lactique, la quinine, etc., ajoutés, en très faible quantité, à des hématies inoculées dans la vésicule : le pouvoir hémolytique de l'animal préparé reste nul. Inversement, toute substance favorisant la leucocytose activera la production des anticorps. Ainsi, l'adjonction à des hématies de spores charbonneuses tuées élèvera, chez l'animal préparé, le pouvoir hémolytique jusqu'à 100. Par contre, un témoin, ayant reçu les seules hématies dans la vésicule, présentera un sérum dont le pouvoir hémolytique variera de 10 à 50.

Les expériences, conduisant aux faits précédents, ont été entreprises avec diverses bactéries : b. typhique, b. dysentérique, b. coli, b. du charbon, staphyloc., streptoc., et principalement avec le vibrion cholérique et le bacille tuberculeux aviaire. Elles ont été faites également avec des cellules (hématies du mouton) et des albumines (albumine d'œuf).

Voici, très brièvement résumés, quelques-uns des résultats.

Vibrion cholérique. — On inocule, dans la vésicule, une dose convenable de vibrion cholérique. Quinze jours après l'opération, parfois même avant, le sérum de l'animal renferme des anticorps : 1° anti-bactérien : agglutinines (pouvoir agglutinant du sérum élevé jusqu'à 1000), lysines; 2° antitoxiques : précipitines. — I. Il contient des substances vaccinantes : l'inoculation intraveineuse de vibrion cholérique ne provoque, chez l'animal préparé, aucune réaction et tue le témoin en 6 heures à 12 heures. — II. Il contient des substances immunisantes : *a*, l'injection de ce sérum sous la peau d'un cobaye, 24 heures avant une injection intra-péritonéale de culture vibrionienne, le protège contre la péritonite mortelle; *b*, l'injection préventive de ce même sérum sous la peau, chez les petits lapins à la mamelle, les protège contre le choléra expérimental.

Bacille tuberculeux aviaire. — L'inoculation du bacille tuberculeux aviaire vivant et virulent, ne provoque aucune réaction de température ou de poids. Un ou deux mois après l'opération, le sérum de l'animal préparé contient des anticorps vaccinants et immunisants. — I. L'injection intraveineuse de bacille tuberculeux aviaire ne suscite aucun symptôme morbide chez l'animal préparé (des animaux conservés pendant plus de six mois n'ont présenté, à l'autopsie, aucune lésion). Le témoin meurt en 12 jours à 20 jours, suivant le type Yersin. — II. *a*, le sérum d'un animal préparé, mélangé à la dose de quelques centimètres cubes avec une culture tuberculeuse aviaire, et laissé à

l'étuve durant 2 heures, précipite totalement les bacilles. Ce mélange, injecté dans les veines d'un lapin neuf, ne provoque aucune réaction. La même culture, inoculée seule, tue le témoin en 12 jours à 20 jours. *b*, le sérum d'un animal préparé, injecté sous la peau d'un cobaye, 48 heures avant l'inoculation sous-cutanée de culture tuberculeuse aviaire, le protège généralement contre la tuberculose, alors que les témoins meurent en 30 jours à 40 jours. *c*, l'injection, dans les veines d'un lapin neuf, de la totalité du liquide vésiculaire d'un animal préparé, protège contre l'injection intraveineuse consécutive d'une dose mortelle de bacilles tuberculeux aviaires.

Bacille typhique. — L'inoculation du bacille typhique, dans la vésicule biliaire d'un lapin (inoculation, par exemple, d'une culture en bouillon pendant 24 heures), provoque la formation d'anticorps, 8 jours à 15 jours après l'opération. Le taux agglutinatif peut s'élever à 1000 et davantage. Le sérum jouit de propriétés préventives contre l'infection typhique, à forme cachectique, chez le lapin jeune.

Sporotrichum. — L'inoculation de sporotrichum, dans la vésicule, fournit, après quelque temps, des anticorps spécifiques. Le taux agglutinatif, primitivement à 10 ou 20, s'élève à 100 et plus.

Hématies. — L'inoculation d'hématies de mouton, fraîches et lavées, dans la vésicule, entraîne la production de propriétés hémolytiques.

Albumine. — L'inoculation de matières albuminoïdes (albumine d'œuf, par exemple) dans la vésicule, provoque la formation d'anticorps, mis en évidence par les propriétés anaphylactiques du sérum de l'animal préparé (anaphylaxie active et anaphylaxie passive hétérogène).

TOXICOLOGIE. — *Sur la toxicité de l'Oronge ciguë* (Amanita phalloides *Fr.*) Note (1) de MM. **Radais** et **Sartory**, présentée par M. Guignard.

L'automne de 1911 a ramené l'habituelle série d'empoisonnements fongiques avec des cas mortels où l'on a pu incriminer l'Oronge ciguë. La presse quotidienne a cru faire œuvre utile en diffusant dans le public, sous l'autorité de naturalistes mieux intentionnés que renseignés, la notion inexacte et dangereuse qu'en faisant *blanchir* les champignons avant de les consommer, on évitait, par ce traitement à l'eau bouillante suivi de lavages à l'eau froide, tout danger d'intoxication. Depuis longtemps déjà, des mycologues expérimentés, tout en reconnaissant qu'on peut, par ce procédé bien appliqué, enlever certains principes âcres, thermolabiles, ou même certains poisons fixes, très solubles dans l'eau bouillante, comme la muscarine et l'acide helvellique, n'ont pas manqué de mettre en garde le public

(1) Présentée dans la séance du 11 décembre 1911.

contre cette méthode, inefficace vis-à-vis de certaines espèces et surtout de l'Oronge ciguë.

Il nous a paru opportun d'appuyer ces prudentes réserves par des observations de fait qui les confirment et les renforcent. Nos essais ont porté sur plusieurs espèces vénéneuses, mais nous ne nous occuperons ici que de la plus toxique d'entre elles, l'*Amanita phalloides* Fr., et au point de vue spécial de l'adhérence du poison à la trame fongique et de sa résistance à la chaleur et au vieillissement dans le tissu.

Le principe actif est d'ailleurs encore insuffisamment connu. L'*amanitine* de Letellier (1827), la *bulbosine* de Boudier (1866) ont fait place à un complexe de deux substances représentées, pour Kobert, par une toxalbumine hémolytique (*phalline*) et un alcaloïde (1891-1899) et, pour W. Ford, par un glucoside (*amanita-hémolysine*) et une substance azotée mal définie (*amanita-toxine*) (1906-1909). Ces substances étant d'ailleurs solubles dans l'eau, nous n'avons envisagé que la toxicité globale essayée sur l'animal avec des liquides aqueux obtenus, soit par décoction du tissu desséché, soit par dissolution d'un extrait mou, résultant de l'évaporation du suc pressé de champignon frais.

I. *Tissu fongique desséché. Récoltes d'automne* 1910 *et* 1911. — Les diverses parties du champignon, chapeau, pied et bulbe, ont été séchées séparément à 37° et pulvérisées. Au moment de l'emploi, les principes toxiques ont été extraits par décoction à 100° pendant 10 minutes; l'essai physiologique a été effectué sur des lapins et des cobayes par voie d'inoculation intra-péritonéale ou par ingestion forcée au moyen d'une sonde. Les animaux refusent d'ingérer ces champignons en nature ou même mélangés aux aliments.

Aucune différence appréciable dans la dose mortelle n'a pu être constatée entre la poudre conservée pendant une année et la poudre de préparation récente. La toxicité relative est aussi la même et se montre maxima pour le chapeau pourvu de ses lames, à peine moindre pour le bulbe et presque nulle pour le pied. La dose mortelle, exprimée en poudre sèche, peut varier avec la résistance individuelle de l'animal; pour le cobaye d'un poids moyen de 600^{g}, par exemple, elle est de $0^{g},50$ environ par voie d'inoculation et de $0^{g},75$ par voie d'ingestion pour le chapeau et le bulbe; la poudre du pied n'amène que des troubles passagers.

Échantillons d'herbier. — L'emploi d'une poudre préparée avec des champignons conservés en herbier pendant 10 ans ([1]) amène également la mort des animaux avec les symptômes de l'empoisonnement phallinien. Un lapin de 2^{kg} a succombé en 24 heures à l'inoculation intra-péritonéale d'une décoction de $1^{g},60$ de poudre sèche.

II. *Suc exprimé du tissu frais. Récoltes d'automne* 1910 *et* 1911. — L'essai com-

([1]) Échantillons communiqués par M. P. Dumée.

paratif du suc frais et du suc conservé pendant un an après concentration à 0° dans le vide sec [1] a montré, comme la poudre, que le pouvoir toxique s'atténue à peine par le vieillissement et qu'il résiste à l'action de la chaleur. Cet extrait, dont un gramme correspond à 36^g de suc frais, a été employé en solutions aqueuses préparées par dissolution dans l'eau froide ou dans l'eau bouillante; ces solutions ont été employées aussi après chauffage à 110° et à 120° pendant 10 minutes.

La dose mortelle, par inoculation intra-péritonéale au lapin de 2^{kg}, correspond, en suc concentré, à 10^{cm^3} de suc frais environ, alors que ce dernier liquide tue le lapin de même poids à la dose de 9^{cm^3}. Les variations en eau des champignons frais suffiraient d'ailleurs à expliquer d'aussi faibles différences. Par ingestion, la mort survient pareillement, mais avec augmentation de la dose de 30 pour 100.

Adhérence du poison au tissu. — Lorsque après avoir exprimé le suc du champignon, on fait macérer le résidu dans son poids d'eau en présence de l'éther, on obtient une solution presque aussi toxique que le suc exprimé. Le poison paraît donc retenu dans les cellules, d'où une exosmose brutale peut l'extraire. Cette résistance du poison à l'extraction existe de même vis-à-vis des traitements à l'eau bouillante, comme le montre l'essai suivant:

Un chapeau entier d'Oronge ciguë, privé de son eau de végétation pour le rendre plus perméable et pesant 5^g après dessiccation, a été traité pendant 5 minutes par 100^{cm^3} d'eau bouillante, et le résidu, lavé à trois reprises par l'eau distillée, a été soumis de nouveau pendant 5 minutes à l'action de 50^{cm^3} d'eau bouillante. Ce dernier liquide, filtré et inoculé à un lapin de 1800^g à la dose de 10^{cm^3}, a amené la mort de l'animal en 5 heures, avec les symptômes de l'empoisonnement phallinien. La même dose d'une deuxième coction du résidu, préalablement lavé à l'eau froide, a tué un lapin de même poids avec une survie de 22 heures.

En résumé, l'Oronge ciguë conserve son pouvoir toxique après avoir subi une température supérieure à celle de l'eau bouillante; la toxicité n'est pas atténuée au bout d'un an pour le champignon desséché et subsiste encore après un vieillissement de 10 années. Enfin, le poison est fortement retenu par la trame fongique, même après coction dans l'eau à 100°.

Il est donc imprudent de répandre dans le public la notion inexacte que tous les champignons vénéneux peuvent être rendus inoffensifs par un traitement à l'eau bouillante suivi de lavages à l'eau froide.

---

[1] Nous devons à M. Choay, pharmacien, la préparation de ce suc concentré par la méthode qu'il applique aux extraits opothérapiques d'organes animaux.

MICROBIOLOGIE. — *Coloration du bacille tuberculeux et granulations de Much. Non spécificité de ces granulations.* Note de MM. A. ROCHAIX et G. COLIN, présentée par M. Guignard.

Nous avons montré ([1]) que, soumis à l'action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure, les bacilles acido-résistants perdent leur faculté de se colorer par les méthodes de Gram, de Much et de Ziehl. Mais cette action se fait sentir progressivement, et l'on assiste à une désagrégation des corps bacillaires qui nous a permis d'en dissocier les divers éléments au point de vue de leur colorabilité (voir la technique dans notre Note précédente).

I. Les bacilles tuberculeux, traités par la méthode de Gram, apparaissent, comme on sait, avec une coloration brun noirâtre, à peu près uniforme. Mais, au bout d'un certain temps d'irradiation, des différences de coloration s'accusent dans leur masse protoplasmique. Au bout de 10 minutes, sur l'ensemble du corps microbien, prenant mal le Gram, à peine coloré, se détachent les granulations de Much, gardant fortement le colorant. Quelques instants après, les granulations seules restent colorées. Elles constituent la partie du corps microbien qui résiste le plus longtemps à l'action des rayons ultraviolets. Au bout d'une demi-heure, le bacille reste décoloré dans sa totalité.

Avec la méthode de Much (Gram renforcé), on observe le même phénomène, mais se produisant beaucoup plus lentement. Il faut 60 minutes d'irradiation pour que les granulations de Much restent seules colorées, à l'exclusion du reste du bacille.

La méthode de Ziehl ne laisse observer rien de semblable. Le corps microbien entier se décolore en même temps. Il ne semble pas qu'il y ait, dans la masse protoplasmique, de zones électives pour le Ziehl. La substance acido-résistante paraît être répartie uniformément dans le corps bacillaire.

La substance qui prend le Gram ou le Much a donc des tendances à se concentrer sur les granulations de Much, alors que la substance acido-résistante paraît diffusée uniformément.

Au moment où nous obtenions ces résultats, paraissait un Mémoire de Krylow ([2]) qui, par une voie différente, en étudiant la colorabilité du bacille tuberculeux aux stades successifs de sa croissance, est arrivé aux mêmes conclusions.

([1]) A. ROCHAIX et G. COLIN, *Action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la colorabilité des bacilles acido-résistants* (*Comptes rendus*, 11 décembre 1911).

([2]) KRYLOW, *Ueber die Bedeutung und das Vorkommen der Much'schen Granula.* (*Zeitschrift für Hygiene und Infektionskrankheiten*, t. LXX, 15 novembre 1911, p. 135).

II. De plus, parmi les bacilles acido-résistants, le bacille tuberculeux n'est pas le seul à présenter ce phénomène. Le *Grasbacillus* II et le *Milchbacillus* de Moeller, le *Bacillus* II de Tobler, soumis, dans les mêmes conditions, à l'action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure, et colorés, après les mêmes temps d'irradiation, par les mêmes méthodes de coloration, que le bacille tuberculeux, montrent l'existence de granulations semblables à celles de Much, ayant une affinité spéciale pour le Gram. Il existe donc des granulations de Much dans les bacilles acido-résistants précités.

III. *Conclusions.* — 1° Chez le bacille tuberculeux, la substance qui prend le Gram ou le Much a des tendances à se concentrer sur les granulations de Much, alors que la substance acido-résistante paraît être uniformément diffusée;

2° Les granulations de Much ne sont pas spécifiques du bacille tuberculeux. Elles peuvent exister chez d'autres bacilles acido-résistants.

GÉOLOGIE. — *Nouvelles observations sur la nappe de recouvrement de la Sainte-Baume.* Note de M. **J. Repelin**, transmise par M. Pierre Termier.

L'étude détaillée de la partie septentrionale du massif de la Sainte-Baume et, en particulier, celle des environs de Roquevaire, d'Auriol et de Saint-Zacharie, m'a amené à modifier assez notablement les idées émises dans ces dernières années sur la nappe de recouvrement de la Sainte-Baume (1).

Jusqu'en 1899, M. Marcel Bertrand a considéré la chaîne de la Sainte-Baume comme le résultat d'un grand pli couché avec chevauchement du flanc normal à une grande distance au nord de la racine qu'il plaçait dans la bande triasique de Riboux. A partir de cette époque, il abandonna cette idée pour celle d'une grande nappe de recouvrement dont les caractères sont indiqués schématiquement dans la coupe du livret-guide reproduite dans le dernier Volume de Suess (2).

(1) M. Bertrand, *Carte géologique, feuilles de Marseille et Aix* et, plus spécialement, *Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XVI, 1887-1888; M. Bertrand, *Bull. Serv. Carte*, n° 68, t. X, 1898-1899.

(2) Suess, *La face de la Terre*, t. III (2e Partie), p. 897; *Livret-guide des excursions en France du VIIIe Congrès géologique international, Paris* 1900; *Basse-Provence*, planche finale, *fig.* 2.

Les observations de détail entreprises pour la révision des feuilles au $\frac{1}{80000}$ de Marseille et d'Aix m'ont permis de faire les constatations suivantes : la bande liasique et médiojurassique située entre le Plan d'Aups et La Lare, dont la superposition au substratum crétacé supérieur avait été reconnue par M. Collot, est *en continuité* vers l'Est avec le massif jurassique des environs de Nans, et d'autre part avec la série jurassique de Tête-de-Roussargue et de Roqueforcade. Cette série est elle-même en continuité vers le Sud-Est avec la série jurassique de Cuges qui constitue ce qu'on est convenu d'appeler *le flanc normal* du grand pli de la Sainte-Baume et vers l'Ouest avec les affleurements de Roquevaire (Les Boogs) auxquels se rattachent incontestablement les lambeaux de recouvrement des Lagats.

Il en résulte que tous les affleurements indiqués et situés au nord d'une ligne, passant par le hameau de l'Étoile, le vallon de Saint-Pons et la crête de la Sainte-Baume, appartiennent à une seule et même nappe, en superposition sur un substratum jurassique et crétacé, qui forme la chaîne de la Sainte-Baume proprement dite et le massif de la Lare.

M. Bertrand, sans avoir constaté la continuité absolue des affleurements, était arrivé à un résultat assez analogue et donnait cette nappe comme une portion de ce qu'il appelait *la grande nappe* de recouvrement de la Basse-Provence. Mais il y a plus. Au delà de la vallée de l'Huveaune, dans la colline de Notre-Dame d'Auriol, l'étude détaillée des affleurements m'a montré que les dolomies jurassiques, sur lesquelles se trouve l'oratoire, sont en superposition sur le Crétacé supérieur (Fuvélien), avec interposition de bauxite. La coupe est identique à celle des lambeaux de recouvrement des Sicards et des Lagats, situés sur la rive opposée de la rivière. Ce fait vient confirmer ce que la continuité des affleurements nous avait déjà indiqué. Il n'y a pas, comme l'avait cru tout d'abord M. Bertrand, un pli longeant la vallée de l'Huveaune et couché vers le Sud, auquel se rattacheraient les lambeaux des Sicards et des Lagats. Tous ces lambeaux, ainsi que celui de la colline Notre-Dame, dépendent bien de la nappe de la Sainte-Baume. Dans la dernière coupe donnée par M. Bertrand, la plupart des faits précédents se trouvent indiqués et les recherches de détail sont venues les confirmer. Il y a toutefois des faits de première importance, dont la répercussion sur l'interprétation des phénomènes tectoniques est considérable et que les observations récentes que nous avons faites n'ont pas confirmé.

Il s'agit d'abord du Trias de la vallée de l'Huveaune que M. Bertrand

figure, dans sa coupe, comme faisant partie de la grande nappe, puis des dolomies entre Sainte-Croix et La Bourine qui seraient superposées au Crétacé, et enfin de la situation de la surface de charriage dans la Sainte-Baume.

1° En ce qui concerne le Trias de la vallée de l'Huveaune, il suffit de suivre la bande vers l'Est, du côté de Saint-Zacharie, pour se rendre compte qu'elle supporte, en concordance de stratification, une série jurassique incontestablement en place puisque l'Éocène supérieur (Oligocène inférieur) présente des phénomènes de rivage très nets au contact des dolomies qui la couronnent et qui sont le prolongement de celles de La Lare.

2° Quant aux dolomies figurées dans la coupe entre Sainte-Croix et La Bourine, cette partie des environs d'Auriol est en réalité beaucoup trop complexe pour pouvoir être figuré dans une coupe d'ensemble. Je puis dire toutefois que les premiers affleurements de dolomies qu'on trouve au Nord s'enfoncent sous le lambeau de Sainte-Croix, qu'ils sont recouverts par le Sannoisien avec phénomènes de rivage incontestables, qu'ils font donc partie de la série autochtone; que la nappe se termine à la colline de Sainte-Croix où le Crétacé supérieur affleure, sous les dolomies, aussi bien au Nord qu'au Sud, jalonnant d'une manière très nette le tracé de la surface de charriage.

3° La situation de cette surface se trouve fixée dans la région de Riboux par l'affleurement du Trias au sud de la crête et non entre le Crétacé supérieur et le Crétacé inférieur sur le versant Nord. En effet, le Crétacé inférieur présente, comme le Crétacé supérieur, des charnières synclinales visibles dans le vallon au nord de Saint-Pons. Loin d'avoir suivi le mouvement de chevauchement de la série normale, il s'est donc replié en disposition synclinale avec le Crétacé supérieur.

Des lambeaux ont cependant été entraînés par arrachement avec la partie chevauchée.

On peut donc déduire de l'ensemble des faits observés les conclusions suivantes que l'exposé détaillé, avec coupes à l'appui, permettra de préciser : *la nappe de la Sainte-Baume dont les racines doivent être cherchées dans le pli de Riboux, comme l'avait d'abord admis M. Bertrand, s'est étendue vers le Nord, au moins jusqu'à la vallée de l'Huveaune. En un point même, près d'Auriol, elle a dépassé cette vallée.*

L'étendue du charriage peut être évaluée à 10^{km} *au minimum. Je n'ai jusqu'ici aucune preuve de l'existence dans cette région d'une nappe de recouvrement plus étendue vers le Nord.*

ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — *Sur l'âge géologique des squelettes quaternaires.* Note [1] de M. V. **Commont**, présentée par M. Ch. Barrois.

Dans une Note précédente nous avons établi la stratigraphie suivante des industries protohistoriques, néolithiques et paléolithiques dans les dépôts holocènes et pléistocènes du nord de la France :

Holocène (tourbes, tufs, limons de lavage). — Age du fer (gaulois), âge du bronze, époque néolithique.

Quaternaire supérieur. — *a.* Surface : Magdalénien, Solutréen.
b. Partie supérieure : Aurignacien.
c. Partie moyenne : Moustérien supérieur.
d. Base : Moustérien inférieur.

Quaternaire moyen. — Lehm d'altération et löss ancien : Acheuléen supérieur et inférieur.

Quaternaire inférieur. — Chelléen.

Cette échelle stratigraphique permet de fixer l'âge géologique des squelettes quaternaires anciennement ou récemment découverts.

L'industrie solutréenne étant située au sommet des formations pléistocènes, nous ne sommes séparés des époques solutréenne et magdalénienne, d'ailleurs fort courtes, que par la durée des formations récentes (tourbe, turfs et limons de lavage).

Le stade aurignacien, plus long, correspond à la formation d'une notable partie de l'ergeron. Nos recherches établissent sans doute possible que : le Moustérien supérieur (de la Quina) est situé dans la partie moyenne de l'ergeron ou löss récent et que le Moustérien inférieur, souvent confondu avec l'Acheuléen, se place à la base de ce même dépôt, c'est-à-dire du Quaternaire supérieur. L'âge géologique des squelettes moustériens est donc bien fixé dans nos limons.

Les formations correspondant aux limons moyens de Ladrière (löss ancien avec une zone d'altération très épaisse), là où l'érosion les a respectées, sont plus importantes que les limons supérieurs (löss récent et son lehm d'altération) et doivent par suite représenter une période des temps

---

[1] Présentée dans la séance du 4 décembre 1911.

quaternaires plus longue que celle correspondant au Quaternaire supérieur.

A ces formations, bien déterminées, correspondent les industries acheuléennes qui ont été souvent confondues, tantôt avec le Moustérien, tantôt avec le Chelléen, parce que l'ensemble des industries du Paléolithique moyen (Acheuléen) et inférieur (Chelléen) est bien moins connu que celui de la fin du Paléolithique.

Comme cette industrie acheuléenne présente un outillage plus perfectionné, plus spécialisé et plus varié que celui de l'époque moustérienne, on peut supposer que les Acheuléens appartenaient à une race différente de la race moustérienne, mais jusqu'à ce jour les squelettes acheuléens *dûment datés* et *non discutés* manquent pour confirmer cette hypothèse.

C'est dans le Quaternaire inférieur comprenant les graviers fluviatiles des différentes terrasses de la vallée de la Somme que se trouve l'industrie chelléenne plus ou moins évoluée. Il est probable que l'homme à qui a appartenu la mâchoire de Mauer, trouvée dans les sables fluviatiles de la basse terrasse de l'Elsenz, affluent du Neckar, est un des représentants de la race qui a taillé les instruments primitifs de Saint-Acheul.

La chronologie des dépôts quaternaires nous prouve que cet ancêtre est beaucoup plus éloigné, dans l'histoire de l'humanité, de l'homme du Moustiers que nous ne le sommes de ce dernier.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la distribution de la chaleur solaire à la surface de la France.* Note de M. **Julien Loisel**, présentée par M. J. Violle.

L'étude de la répartition de la chaleur qui parvient du Soleil à la surface de la Terre, sous les différentes latitudes, au cours de l'année, a fait l'objet de nombreux travaux. Mais toutes ces recherches sont d'ordre théorique.

J'ai cru intéressant d'envisager le problème, pour la surface de la Terre, en prenant pour base des calculs les données numériques fournies par des observations actinométriques.

On sait que la marche de l'intensité calorifique de la radiation solaire pendant une même journée peut être suivie à peu près également bien, par les formules les plus diverses, absolument empiriques d'ailleurs. Telle est, par exemple, la formule proposée par Bartholi

$$q = \frac{A}{\varepsilon^m}, \qquad (1)$$

où q représente l'intensité calorifique du rayonnement, A et m deux constantes, ε la masse atmosphérique traversée. C'est cette relation qui a été utilisée dans le cours de ce travail.

La quantité de chaleur qui tombe pendant le temps dx sur l'unité de surface d'un sol horizontal, quand la hauteur du soleil est h, sera

$$dy = \frac{A}{\varepsilon^m} \sin h \, dx.$$

La quantité reçue pendant le cours d'une journée entière s'obtiendra en intégrant cette expression entre les limites $-x_0$ et $+x_0$ correspondant au lever et au coucher du Soleil. On aura donc

$$Q = A \int_{-x_0}^{+x_0} \frac{\sin h}{\varepsilon^m} dx. \tag{2}$$

Supposons qu'on ait établi la courbe moyenne de la variation annuelle de l'intensité calorifique de la radiation solaire à midi, sous une latitude donnée, et que sur cette courbe on ait relevé les valeurs de cet élément pour un certain nombre d'époques de l'année, vingt-quatre par exemple. Supposons aussi déterminée la variation moyenne de l'intensité du rayonnement en fonction de la hauteur du Soleil.

Ces données ont permis d'évaluer, pour des latitudes variant de 2° en 2° entre le 42e et le 52e parallèle, les valeurs numériques de q à différents instants de chacune des journées correspondant aux époques choisies. On a ainsi obtenu un certain nombre d'équations de condition qui ont fourni, pour chaque cas, les valeurs les plus probables des coefficients A et m.

Les valeurs numériques de l'intégrale (2) qui expriment les quantités de chaleur pour les journées considérées sous les latitudes indiquées ont été obtenues ensuite, en évaluant, par la méthode des trapèzes, les aires des courbes correspondantes.

Enfin, au moyen de ces données, on a tracé les courbes figuratives de la variation annuelle de la chaleur sous les diverses latitudes, et pour avoir l'apport calorifique solaire pendant une période quelconque de l'année, il a suffi de déterminer l'aire comprise entre les limites convenables.

Après avoir exposé ainsi le principe de la méthode, je donnerai quelques-uns des résultats obtenus.

I. — *Quantités de chaleur mensuelles.*

(Les mois étant supposés égaux.)

Mois.	Latitudes. 42°.	44°.	46°.	48°.	50°.	52°.
Janvier	4755 cal	4230 cal	3705 cal	3185 cal	2695 cal	2230 cal
Février	7050	6470	5935	5390	4820	4295
Mars	10295	9805	9315	8810	8315	7775
Avril	13980	13665	13325	12925	12470	12030
Mai	15590	15420	15235	15040	14795	14580
Juin	16225	16115	16010	15900	15765	15585
Juillet	15710	15605	15390	15290	15075	14845
Août	13790	13590	13350	13010	12665	12260
Septembre	11035	10665	10230	9775	9280	8760
Octobre	7795	7235	6675	6150	5605	5075
Novembre	5310	4760	4220	3670	3145	2665
Décembre	4080	3575	3070	2595	2120	1675
Total	125615	121135	116460	111740	106750	101775

Valeurs saisonnières de la chaleur.

Saisons astronomiques.	Latitudes. 42°.	44°.	46°.	48°.	50°.	52°.
Printemps	44605 cal	43840 cal	43075 cal	42190 cal	41207 cal	40210 cal
Été	42795	42235	41490	40760	39848	38820
Automne	19370	17765	16155	14560	12960	11505
Hiver	18845	17295	15740	14230	12735	11240

Tous les calculs ont été effectués dans l'hypothèse d'un ciel constamment découvert. Or, la nébulosité intervient pour modifier les quantités de chaleur qui nous arrivent, aussi bien dans leurs valeurs absolues que dans leurs valeurs relatives.

L'étude de l'influence de la nébulosité sur la répartition de la chaleur à la surface du sol fera l'objet d'une prochaine Communication.

M. **Henri Fournier** adresse un Mémoire intitulé : *Étude résumée du vol plané dans l'air agité et du vol à voile* (*Oiseaux*).

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

Ph. v. T.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 décembre 1911.

Gustav Adolf Hirn, sein Leben und seine Werke, von Dr Keller. (Extr. de *Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie;* vol. III, 1911.) Berlin, Julius Springer; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Darboux. Hommage de l'auteur.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par A. Angot; année 1909. II : *Observations.* Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Statistique générale de la France. Statistique annuelle des Institutions d'assistance; année 1909, publiée par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Paris, Imprimerie nationale, 1911; 1 vol. in-4°.

University of Saint-Andrews five hunderth anniversary. Memorial volume of scientific Papers contribued by membres of the University, edited by William Carmichael M'Intosh, John Edward Aloysius Steggal, James Colquhoun Irvine. Édimbourg, T. et A. Constable, 1911; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Ph. van Tieghem.)

Annales du Musée colonial de Marseille, publiées sous la direction de M. Édouard Heckel, Correspondant de l'Institut; 19e année, 2e série, 9e volume, 1911. Marseille, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. Heckel.)

Les lampes électriques, par H. Pécheux. Paris, Gauthier-Villars, Masson et Cie, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Violle.)

Traité de Géologie, par M. Émile Haug; II : *Les périodes géologiques*, fasc. 3. Paris, Armand Colin, s. d.; 1 vol. in-8°.

Atlas photographique des formes du relief terrestre; documents morphologiques caractéristiques avec Notes scientifiques, publiés conformément à un vœu du IXe Congrès international de Géographie, sous les auspices d'une Commission internationale permanente, par J. Brunhes, E. Chaix, Emm. de Martonne; fascicule spécimen. Genève, Fred. Boissonnas et Cie, s. d.; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. le prince Roland Bonaparte.)

Sudania : Énumération des plantes récoltées en Afrique tropicale par M. Aug. Chevalier, de 1898 *à* 1910 *inclus;* liste revue par M. Aug. Chevalier; t. I, nos 1 à 12000. Paris, Augustin Challamel, 1911; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. le prince Roland Bonaparte.)

Le pain de froment, étude critique et recherches sur sa valeur alimentaire selon le blutage et les systèmes de mouture, par Émile Fleurent. Paris, Gauthier-Villars, 1911; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Schlœsing père.)

L'Agriculture dans la Généralité d'Alençon au dix-huitième siècle, par Louis Duval. Alençon, Vve A. Laverdure, 1910; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Labbé.)

Études sur l'état de l'agriculture et sur les conditions des cultivateurs dans la Généralité d'Alençon au dix-huitième siècle, par LOUIS DUVAL. Alençon, Vve A. Laverdure, 1911; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Labbé.)

Limites de flexibilité des ressorts et limite de vitesse du matériel des chemins de fer, par GEORGES MARIÉ. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911; 1 fasc. in-4°.

Dénivellations de la voie et oscillations des véhicules de chemins de fer. Compléments théoriques. Études diverses, par GEORGES MARIÉ. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1911; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the American philosophical Society held at Philadelphia for promoting useful knowledge; t. L, may-june, 1911, n° 199. Philadelphie; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 DÉCEMBRE 1911.

Mathematical and physical papers. Tome VI : *Voltaic theory, Radioactivity, Electrions, Navigation and Tides, Miscellaneous*, by Sir WILLIAM THOMSON, Baron KELVIN; arranged and revised with brief annotatis, by Sir JOSEPH LARMOR. Cambridge, 1911; 1 vol. in-8°. (Hommage de Lady Kelvin et de l'éditeur.)

Carte de l'Aéro-Club de France, publiée sous le haut patronage et avec le concours du Ministère des Travaux publics; échelle : $\frac{1}{200000}$; Feuilles : 92. — *Amiens*; 93. — *Laon*; 94. — *Mézières*; dressées par le Commandant TALON, Paris, Ed. Blondel la Rougery, s. d.; 3 feuilles in-plano. (Présenté par M. Lallemand.)

International Map. Europe, $\frac{1}{1000000}$: *The Hebrides. — Scotland : the Higlands*, by Colonel C.-F. CLOSE. Southampton, 1911; 2 feuilles in-plano. (Présenté par M. Lallemand.)

L'Œuvre scientifique de Blaise Pascal, bibliographie critique et analyse de tous les travaux qui s'y rapportent, par ALBERT MAIRE; *Préface*, par PIERRE DUHEM, Correspondant de l'Institut. Paris, A. Hermann, 1912; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Contribution à l'histoire de la vallée du Rhône à l'époque pléistocène. Le défilé de Fort-de-l'Écluse (Ain), par W. KILIAN, Correspondant de l'Institut. (Extr. de *Zeitschrift für Gletscherkunde*; t. VI, 1911.) Berlin, Borntraeger frères; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Statistique générale de la France, publiée par le Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale : *Statistique des forces motrices en* 1906. — *Résultats du Recensement général de la population effectué le* 4 *mars* 1906. Tome I, 4e Partie : *Population active par arrondissement. Population active suivant la profession.* Paris, Imprimerie nationale, 1911; 2 vol. in-4°.

Statistique sanitaire de la France, publiée par le Ministère de l'Intérieur. 2e Partie : *Communes de moins de* 5000 *habitants et France entière; année* 1909. Melun, Imprimerie administrative, 1911; 1 fasc. in-8°.

Statistique sanitaire des villes de France, publiée par le Ministère de l'Intérieur : *Récapitulation quinquennale*. III : *Relevé de la période* 1901-1905 *et résultats*

comparatifs des quatre périodes 1886-1890, 1891-1895, 1896-1900, 1900-1905. *Décès suivant l'âge et la cause*, *naissances et mort-nés*, par M. Paul Roux et H. Reynier. Melun, Imprimerie administrative, 1911; 1 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 décembre 1911.

Institut de France. Académie des Sciences. Observatoire d'Abbadia. *Observations*, t. X. *Observations faites au cercle méridien en* 1910, par MM. Verschaffel, Lahourcade, Beigbeder, Sorreguieta, Navarro, Exposito, publiées par M. A. Verschaffel, Directeur de l'Observatoire. Imprimerie de l'Observatoire d'Abbadia, Hendaye, Basses-Pyrénées, 1911; 1 vol. in-4°. (Hommage de M. A. Verschaffel.)

Résumé de la géologie des Pyrénées françaises, par L. Carez. (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*; 4e série. t. X, 1910, p. 670.) Mâcon, Protat frères; 1 fasc. in-8°.

Sur quelques points de la géologie du Nord de l'Aragon et de la Navarre, par L. Carez. (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. X, 1910, p. 682.) Mâcon, Protat frères; 1 fasc. in-8°.

Les Katavothres ou gouffres absorbants de la Grèce, par N.-A. Sidéridès, ingénieur en chef d'Athènes; avec 36 figures et 4 planches hors texte. (*Spelunca*, nos 63 et 64, mars-juin 1911.) Paris, au siège de la Société de Spéléologie; 1 fasc. in-8°.

Note sur les radiations, par L. Mirinny. Paris, Ph. Marquet, 1911; 1 fasc. in-12.

Observations sur quelques pélories de la Violette, par Ed.-L. Gerbault. (Extr. du *Bulletin de la Société linnéenne de Normandie*; 6e série, t. III, 1908, 2e Partie.) Caen, impr. E. Lanier, 1911; 1 fasc. in-8°.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1914, *for the meridian of the Royal Observatory at Greenwich*, pub. by order of the Lords Commissioners of the Admiralty. Édimbourg, 1911; 1 vol. in-8°.

Results of meteorological Observations made at the Radcliffe Observatory, Oxford, in the six years 1900-1905, under the direction of Arthur-A. Rambaut; t. XLIX. Oxford, 1911; 1 vol. in-8°.

Astronomical and magnetical and meteorological Observations made at the Royal Observatory, Greenwich, in the years 1907-1908, under the direction of Sir W.-H.-M. Christie. Édimbourg, 1909-1910; 2 vol. in-4°.

B.-G. Teubner, 1811-1911. *Geschichte der Firma in deren Auftrag*, herausgegeben von Friedrich Schulze. Leipzig, 1911; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

—

(Séance du 4 décembre 1911.)

Note de M. *Lecornu*, Sur l'équilibrage des moteurs :

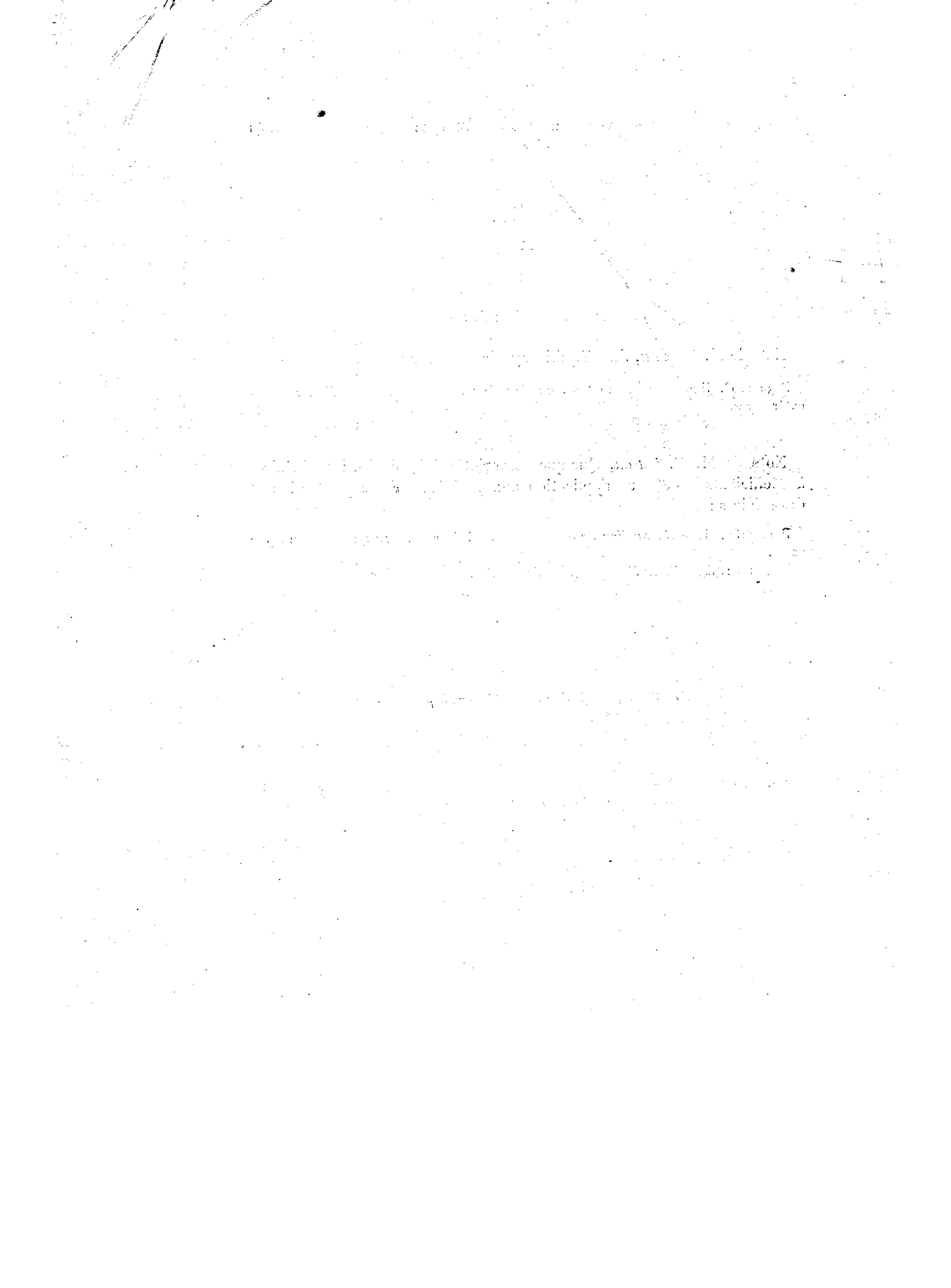
Page 1108, ligne 3 en remontant, *au lieu de :* forces antérieures, *lisez :* forces extérieures.

Note de M. *M. Potron*, Quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients $\geqq 0$ et leur application aux problèmes de la production et des salaires :

Page 1130, ligne 15, *au lieu de* que (a) multiplié par rq, *lire* que (a) multiplié par r.

Page 1131, ligne 5, *au lieu de* $e > 0$, *lire* et > 0.

FIN DU TOME CENT-CINQUANTE-TROISIÈME.



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JUILLET — DÉCEMBRE 1911.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME 153.

A

Pages.

ABSORPTION DE LA LUMIÈRE. — Calcul de l'absorption dans les cristaux translucides, pour un pinceau de lumière parallèle; par M. *J. Boussinesq* 16

— Sur la propagation de la lumière dans les corps fluorescents; par M. *Jean Becquerel* 936

Voir *Ultraviolet*.

ACADÉMIE. — M. *le Secrétaire perpétuel* présente le premier Volume des « Procès-verbaux des Séances de l'Académie, tenus depuis la fondation de l'Institut jusqu'au mois d'août 1835 » 5

— M. *le Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie que le Tome 151 des *Comptes rendus* (1910, second semestre) est en distribution au Secrétariat 145

— M. *le Président* souhaite la bienvenue au prince *Galitzine* et au Père *Berloty* 313

— M. *le Président*, au nom de l'Académie, souhaite la bienvenue aux savants venus à Paris à l'occasion du Congrès des éphémérides astronomiques... 747

— M. le général Laurent invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument du colonel *Laussedat* 423

— M. *le Président*, à propos de la catastrophe du cuirassé *La Liberté*, exprime au nom de l'Académie des Sciences toute la part qu'elle prend à ce deuil national 583

— M. *le Président* donne lecture d'une dépêche envoyée de Turin par M. *Guareschi*, au nom des chimistes italiens, adressant leurs condoléances pour la catastrophe de *la Liberté* 619

— M. *E. Guyon* est élu vice-président pour l'année 1912 1444

Voir *Biographie, Bureau des Longitudes, Caisse des recherches scientifiques, Candidatures, Commissions, Congrès, Décès, École Polytechnique, Elections, Expositions, Fonds Bonaparte, Géodésie, Histoire des Sciences, Observatoires, Plis cachetés, Prix, Solennités scientifiques*.

Voir *Aéroplane*.

ACIDES. — Acide isopyromucique. Ac-

Pages.
tion des agents d'oxydation. Dialdéhydes bibromomaléique et bromoxymaléique, par M. *G. Chavanne*. 185
— Action des aldéhydes anisique et pipéronylique sur le dérivé sodé du cyanure de benzyle; par M. *F. Bodroux*. 350
— Sur la préparation de quelques acides benzyldialcoylacétiques dissymétriques; par M. *Ph. Dumesnil*......... 111
— Sur l'acide dithiocamphocarbonique; par MM. *L. Tchougaeff* et *G. Pigoulewsky*. 388
— Sur l'acide lactarinique; par M. *M.-J. Bougault* et *C. Charaux*.......... 880
Voir *Chimie végétale*.
— Transformation de quelques acides paraconiques substitués en acides cyclopropanedicarboniques isomères; par MM. *Ph. Barbier* et *R. Locquin*. 188
— Sur la constitution de la divalolactone; par M. *S. Losanitch*......... 390
— Errata relatifs à cette Communication 512
— Sur les acides cétoglutariques et les acides-aldéhydes de la série succinique; par M. E.-E. *Blaise*........ 71
Voir *Alcools, Bactériologie, Carbures d'hydrogène, Catalyse, Cétones, Chaleur, Champignons, Chimie physique, Cycles mixtes, Diastases, Ethers, Fermentations, Photolyse*.
Acides aminés. — Sur la tyrosine comme agent fixateur de l'iode dans la préparation des peptones iodées; par M. *Paul Macquaire* 1084
Voir *Cycles mixtes, Microbiologie*.
Aciers. — Sur les aciers au chrome; par M. *Portevin* 64
— Modifications que subissent les aciers au nickel, par l'effet de chauffes prolongées, ou sous l'action du temps; par M. *Ch.-Ed. Guillaume*........ 156
— Résistivité électrique des aciers spéciaux; par M. *O. Boudouard*...... 1475
Voir *Elasticité, Thermochimie*.
Acoustique. — Sur la théorie mécanique de quelques tuyaux sonores; par MM. *Melchissédec* et *Frossard*.. 176
Voir *Chronophotographie, Elasticité, Microphone, Viscosité*.
Adrénaline. — Transformation du pigment sanguin en pigment biliaire sous l'influence de l'adrénaline; par M. *Jacques Parisot* 1518

Pages.
Aérodynamique. — Méthode pour l'étude expérimentale de l'amortissement des oscillations de certains systèmes en mouvement dans un fluide; par M. *Georges de Bothezat*.. 466
— Vitesse de régime des parachutes; par M. *Ch. Bouchard* 699
— Sur le phénomène de Magnus; par M. *A. Lafay* 1147
— Sur le phénomène de Magnus; par M. *A. Lafay*.................. 1472
Aéroplanes. — Loi approximative de la montée d'un aéroplane; par M. *Witold Jarkowski* 237
Voir page 1543.

AGRONOMIE.

— Le soufre mouillable; par MM. *Vermorel* et *E. Dantony*.............. 194
— Sur une nouvelle méthode d'analyse physique du sol; par M. *J. Dumont*. 889
Albumine. — Étude sur la coagulation de l'albumine par la chaleur. Conséquences au point de vue du dosage de l'albumine urinaire en particulier; par M. *Lucien Vallery* 1243
Voir *Capillarité*.

Albuminoïdes. — Voir *Pigments*.
Alcaloïdes. — Synthèse de la berbérine; par MM. *Amé Pictet* et *Alphonse Gams* 386
Alcools. — Action de la potasse caustique sur les alcools primaires; préparation des acides correspondants; par M. *Marcel Guerbet*........... 1487
— Sur l'emploi de l'ammoniac liquide dans les réactions chimiques. Recherches sur les alcoolates; par M. *E. Chablay* 819
— Recherches sur les alcoolates métalliques; par M. *E. Chablay* 953
— Sur les éthylates de calcium; par M. *de Forcrand* 1441
Voir *Amines, Catalyse, Cétones, Chimie analytique, Chimie physique, Cryoscopie, Cyclohexane, Fermentations, Photolyse*.
Aldéhydes. — Sur quelques propriétés de l'acroléine monobromée; par M. *Lespieau* 951
— Essais de préparation directe de l'al-

Pages.
déhyde tétrolique; par M. *P.-L. Viguier* 955
— Sur quelques dérivés de l'aldéhyde tétrolique et de son acétal; par M. *P.-L. Viguier* 1231
Voir *Acides, Fermentations.*
Algues. — Sur l'existence d'individus dextres et senestres chez certains Péridiniens; par M. *L. Mangin* 27
— Sur le *Peridiniopsis asymetrica* et le *Peridinium Paulseni*; par M. *L. Mangin* 644
— Sur les Sulfuraires; par M. *P.-A. Dangeard* 963
Voir *Phototropisme, Physiologie végétale.*
Aliments. — Sur le fromage des Touâreg; par M. *G. de Gironcourt* 191
Voir *Bactériologie, Champignons, Cultures, Digestion, Parasitologie.*
Alliages. — Voir *Magnétisme.*
Amides. — Sur les amides hypobromeux; par M. *Etienne Boismenu* 678
— Sur les amides hypoiodeux; par M. *E. Boismenu* 948
— Sur les amides hypochloreux; par M. *E. Boismenu* 1482
— Nouveau dérivé de l'urée, la chlorurée; par MM. *A. Béhal* et *A. Detœuf* 681
Voir *Toxiques.*
Amidon. — Voir *Chimie végétale.*
Amines. — Nouvelles préparations des benzylamines et de l'hexahydrobenzylamine; par MM. *Paul Sabatier* et *A. Mailhe* 160
— Sur la préparation par catalyse des amines alcooliques; par MM. *Paul Sabatier* et *A. Mailhe* 1204
Voir *Chimie physiologique, Sucres.*
Analyse harmonique. — Nouvelle méthode d'analyse harmonique par la sommation algébrique d'ordonnées déterminées; par M. *Silvanus-P. Thompson* 88
Analyse mathématique. — Sur l'*Analysis situs* du plan; par M. *Arnaud Denjoy* 423
— Sur l'*Analysis situs* du plan; par M. *Arnaud Denjoy* 493
— Sur les fonctions de variable complexe; par M. *D. Pompéiu* 624
— Sur une généralisation des théorèmes de MM. Picard, Landau et Schottky; par M. *Paul Lévy* 658

Pages.
— Quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients $\geqq 0$ et leur application aux problèmes de la production et des salaires; par M. *Maurice Potron* 1129
Errata relatifs à cette communication. 1541
Voir *Économie politique, Équation aux dérivées partielles*, etc., *Fonctions, Géométrie, Groupes, Mécanique, Séries.*

ANATOMIE.

— Existence d'une loi géométrique très simple de la surface du corps de l'homme de dimensions quelconques, démontrée par une nouvelle méthode; par M. *B. Roussy* 205
Voir *Biologie, Histologie, Morphologie dynamique, Tératologie.*
Anatomie comparée. — La surface digestive du ventricule succenturié et la musculature du gésier chez les Oiseaux; par M. *A. Magnan* 295
— Variations de l'angle xipho-costal suivant les attitudes et les types humains; par MM. *A. Marie* et *A. Thooris* 1244
Voir *Cerveau.*
Anatomie végétale. — L'ovule et le sac embryonnaire des Platanées; par M. *Th. Nicoloff* 287
— Sur le genre *Spermolepis* de la Nouvelle-Calédonie et ses rapports avec le genre *Schizocalyx*; par M. *Edouard Heckel* 321
— Sur un nouveau réactif colorant de la callose; par M. *Tsvett* 503
— Sur la localisation des pigments dans le tégument des graines de Haricots; par M. *H. Coupin* 1489
Voir *Cytologie, Physiologie végétale.*

Anesthésiques. — Atmolyse et atmolyseur; par M. *Raphaël Dubois* 1180
Annélides. — Sur les Annélides Polychètes rapportés par la seconde Expédition antarctique française (1908-1910); par M. *Ch. Gravier* 693
— Sur quelques particularités biologiques de la faune annélidienne des mers antarctiques; par M. *Ch. Gravier* 778

Pages.
— Sur le dimorphisme sexuel chez les Capitelliens; par M. *Ch. Gravier*.... 1162
ANTHROPOLOGIE. — Voir *Anatomie, Anatomie comparée, Cerveau.*
ANTHROPOLOGIE PRÉHISTORIQUE. — Actions humaines *post-mortem* sur les ossements humains décarnisés des ossuaires de la Pierre polie; par M. *Marcel Baudouin* 523
— Étude de l'action sur le cerveau de la déformation annulaire du crâne des Gallo-Romains à l'aide des moulages intra-crâniens; par M. *Marcel Baudouin* 353
— De l'asymétrie des crânes de Néanderthal, de Cro-Magnon et de Spy nº 1; par MM. *Auguste Marie* et *L. Mac-Auliffe* 631
— Sur un squelette humain de l'époque moustérienne trouvé en Charente; par M. *Henri Martin* 728
— Chronologie des industries protohistoriques, néolithiques et paléolithiques, et stratigraphie des dépôts holocènes et pléistocènes du nord de la France; par M. *V. Commont*.... 1256
— Sur l'âge géologique des squelettes quaternaires; par M. *V. Commont*.. 1534
ANTIGÈNES. — Voir *Tuberculose.*
ARC. — Voir *Rayonnement.*
ARCHÉOLOGIE. — Analyse d'une résine provenant d'un sarcophage égyptien; par *M. Reutter* 597
— Fouilles au hameau de Séviac, près Montréal (Gers). Découverte d'un gros orteil en bronze; par M. *Lannelongue* 1119
ARITHMÉTIQUE. — Sur quelques théorèmes d'Arithmétique et un énoncé qui les contient; par M. *Merlin*.... 516
ART DE L'INGÉNIEUR. — Voir *Géologie.*

ASTRONOMIE.

ASTRONOMIE. — Observations du gegenschein; par MM. *F. Baldet* et *F. Quenisset* 62
— Résultats de la discussion des observations faites par MM. *Lancelin* et *Tsatsopoulos*, pour déterminer par la télégraphie sans fil la différence de longitude entre Paris et Bizerte; par M. *Henri Renan*............. 1211
Voir *Académie, Cometes, Cosmogonie, Décharges, Etoiles, Géodésie, Jupiter, Lune, Observatoires, Vénus.*

AVEUGLES. — Du tact à distance comme facteur de la faculté d'orientation des aveugles (sens des obstacles?); par M. *M. Kunz* 431
AZOÏQUES. — Voir *Chimie physique, Thérapeutique.*

B

BACTÉRIOLOGIE.

— Contribution à l'étude du pain visqueux; par MM. *E. Kayser* et *H. Delaval*....................... 576
— Formation et germination des spores du *Bacillus thermophilus vragnensis* Georgevitch; par M. *Pierre Georgevitch* 837
— Action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la colorabilité des bacilles acido-résistants; par MM. *A. Rochaix* et *G. Colin* 1253
Voir *Médecine expérimentale, Immunité, Trypanosomes, Tuberculose, Vaccins.*
BILE. — De l'influence du sexe et de la castration sur le dosage des lipoïdes de la bile chez les Bovidés; par MM. *A. Daniel-Brunet* et *C. Rolland* 214
Voir *Adrénatine, Chimie physiologique, Immunité, Physiologie pathologique.*
BIOGRAPHIE. — M. *le Secrétaire perpétuel* présente un Volume intitulé « Savants du jour : Gabriel Lippmann, biographie, bibliographie analytique des écrits »; par *Ernest Lebon*...... 163

BIOLOGIE.

— Sur les microbioïdes; par M. *Raphaël Dubois*. 905
— Les vacuolides de la purpurase et la théorie vacuolidaire ; par M. *Ra-*

Pages.
phaël Dubois 1507
— Leucogenèse et épithélium intestinal; par MM. *A. Marie* et *A. Donnadieu*. 832
— Quelques conclusions de mes recherches sur la croissance chez l'homme relatives à la puberté; par M. *Paul Godin* 957
— Les Broméliacées épiphytes comme milieu biologique; par M. *C. Picado*. 960
— Le cycle hétérogonique de *Pterocallis tiliæ* Linné, et la présence de la chlorophylle; par M. *Louis Semichon* 974
— Modifications rapides de la forme sous l'influence de la privation d'oxygène chez une Méduse, *Eleutheria dichotoma* Quatref.; par Mme *Anna Drzewina* et M. *Georges Bohn*. 1030
Voir *Embryogénie, Insectes, Phototropisme, Vers.*
Biologie végétale. — Anomalies florales du Houblon japonais et du Chanvre déterminées par des semis hâtifs; par M. *J. Tournois* 1017
— La loi d'uniformité des hybrides de première génération est-elle absolue?; par M. *Gard* 120
Voir *Cultures, Embryogénie, Génétique, Greffe, Mutations.*

Pages.
BOTANIQUE.
Botanique. — Sur les prothalles d'*Equisetum;* par M. *G. Perrin* 197
— Sur les Mousses rapportées par l'Expédition antarctique du *Pourquoi-Pas?*; par M. *Jules Cardot* 599
— Lépidariacées, famille nouvelle d'Inovulées; par M. *Ph. van Tieghem* .. 1195
Voir *Algues, Anatomie végétale, Biologie, Biologie végétale, Champignons, Levures, Pathologie végétale, Physiologie végétale, Toxiques.*

Bulletin bibliographique. — 143, 370, 407, 435, 491, 526, 558, 581, 642, 744, 789, 912, 1046, 1102, 1193, 1261, 1538.
Bureau des Longitudes. — M. le Président du Bureau signale à l'Académie le vote, par une Assemblée départementale, d'une motion contraire à l'ordonnance du Système métrique 925

C

Caisse des Recherches scientifiques. — M. le Ministre de l'*Instruction publique* invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour occuper, dans la *Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. Troost 754
— M. *Armand Gautier* est élu 796
Camphres. — Voir *Acides, Cétones, Pouvoir rotatoire.*
Candidatures. — M. *Béhal* prie l'Académie de le compter parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost* 863
— M. *Ch. Moureu* prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *L. Troost* 994
— Liste des candidats à la place vacante dans la Section de Chimie, par le décès de M. *L. Troost:* 1° M. *Moureu;* 2° MM. *Béhal, Colson, Hanriot, Matignon, Urbain* 1101
Caoutchouc. — Caractère apparemment réversible de la réaction de vulcanisation du caoutchouc par le soufre; par MM. *Paul Bary* et *L. Weydert* 676
Voir *Terpènes.*
Capillarité. — Sur l'extension des lois de la capillarité aux cas où les éléments du système capillaire sont mobiles les uns par rapport aux autres; extension conduisant à donner une nouvelle image du phénomène de gonflement des bois desséchés, de la dissolution des gommes albumines, etc., et des vraies solutions; par M. *J.-H. Russenberger* .. 57

Pages.
Voir *Agronomie*.
CARBURES D'HYDROGÈNE. — Sur trois carbures saturés normaux : triacontane, tétratriacontane et hexatriacontane; par M. *A. Gascard*.... 1484
Voir *Mélanges, Terpènes, Thérapeutique, Thiophènes*.
CATALYSE. — Oxydation catalytique des phénols en présence des sels de fer; par MM. *H. Colin* et *A. Sénéchal*.. 76
— Action des acides sur l'oxydation catalytique des phénols par les sels ferriques; par MM. *H. Colin* et *A. Sénéchal* 282
— Sur la spécificité de diverses combinaisons du fer au point de vue de leur pouvoir catalytique oxydant; par MM. *J. Wolff* et *E. de Stœcklin*. 139
Errata relatifs à cette Communication, 220
Voir *Amines, Ethers*.
CERVEAU. — L'évolution du *Gyrusreuniens* chez les Primates (l'insula antérieure et son operculisation); par MM. *R. Anthony* et *A.-S. de Santa-Maria* 1250
CÉTONES. — Sur quelques cétones du type de la benzyldiméthylacétophénone. Acides trialcoylacétiques et alcools trialcoyléthyliques auxquels ils donnent naissance; par MM. *A. Haller* et *Edouard Bauer* 21
— Synthèses de dicétones substituées β, d'éthers-sels cétoniques et d'éthers énoliques au moyen de cétones sodées; par MM. A. *Haller* et *Ed. Bauer*. 145
— Sur l'hydrogénation de la carvone; par M. *G. Vavon*............... 68
— Sur l'α-méthyllaurénone. Nouvelle cétone dérivée du camphre; par M. *R. Locquin*................. 284
— Sur une technique de la réaction de Friedel et Crafts permettant de préparer les cétones α-naphtaléniques à l'exclusion des isomères β; par M. *E. Caille*................ 393
— Synthèse de quelques nouvelles cétones hydroaromatiques ; par MM. *G. Darzens* et *H. Rost*...... 772
— Sur quelques dérivés de la cyclopentanone; par MM. *Marcel Godchot* et *Félix Taboury* 1010
— Action de la monochlorurée sur les cétones; par MM. *A. Béhal* et *A. Detœuf* 1229

Pages.
Voir *Cycles mixtes, Cyclohexane*.
CHALEUR. — Sur la chaleur latente de fusion et la chaleur spécifique des acides gras; par MM. *G. Massol* et *A. Faucon* 268
— Vibrations spontanées d'une barre à bouts fixes et imperméables à la chaleur, qui se met en équilibre thermique avec une atmosphère à température constante; par M. *J. Boussinesq* 409
— Vibrations spontanées d'une barre libre, se refroidissant par contact à ses extrémités et par rayonnement ou convection à sa surface latérale; par M. *J. Boussinesq*........... 452
— Transport de particules métalliques sous l'action de la chaleur; par MM. *G. Reboul* et *E. Grégoire de Bollemont*. 628
Voir *Etats correspondants, Thermochimie, Thermodynamique*.
CHAMPIGNONS. — Sur la vie des Champignons dans les acides gras; par M. *A. Roussy* 884
— Sur la formation du périthèce dans le *Chætomium kunzeanum* Zopf. var. *Chlærinum* Mich; par M. *J. Vallory*. 1012
— Sur la composition chimique de quelques Champignons supérieurs; par MM. *A. Goris* et *M. Mascré*.... 1082
— Sur la toxicité de l'Oronge ciguë (*Amanita phalloides* Fr.); par MM. *Rodais* et *Sartory*................ 1527
Voir *Chimie biologique, Chimie végétale, Fermentations*.

CHIMIE ANALYTIQUE.

— Recherche du sulfure de carbone dans les huiles; par M. *E. Milliau*. 1021
— Méthode pour séparer les phosphomolybdates des silicomolybdates; par M. *P. Melikoff*............. 1478
— Sur l'analyse des sables monazités; par M. *G. Chesneau* 429
— Sur le dosage de l'urée; par MM. *Desgrez* et *Feuillié*.................. 1007
Voir *Archéologie, Gaz*.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

— De l'action caséifiante de certains lipoïdes; par MM. *H. Gæhlinger* et

Pages.
A. Tilmant 982
— Influence du calcium sur le développement et la composition minérale de l'*Aspergillus niger*; par M[lle] *Robert* 1175
— Le fer est-il indispensable à la formation des conidies de l'*Aspergillus niger*?; par MM. *M. Javillier* et *B. Sauton* 1177
Voir *Diastases, Pigments.*

CHIMIE INORGANIQUE.

— Au. Voir *Magnétisme.*
— Ba. Voir *Alcools.*
— Bi. Voir *Solutions.*
— Br. Voir *Cyclohexane.*
— C. Voir *Aciers, Toxiques.*
— Ca. Voir *Alcools, Poids atomiques.*
Cl. — Action du chlorure du thionyle sur les oxydes métalliques; par MM. *G. Darzens* et *F. Bourion* 270
Co. — Sur un équilibre entre le chlorure chloropentaminecobaltique et le chlorure aquopentaminecobaltique en solution aqueuse; par M. *Robert Pers* 673
Voir *Magnétisme.*
— Cr. Voir *Aciers, Cristallographie.*
— Cu. Voir *Photographie.*
Fe. — Sur la cémentation du fer par le carbone solide; par MM. *G. Charpy* et *S. Bonnerot* 671
— Sur une combinaison de sulfate ferrique et d'alcool. Contribution à la constitution du sulfate ferrique; par M. *A. Recoura* 1223
Voir *Aciers, Catalyse, Chimie biologique, Cryoscopie, Poids atomiques, Pétrographie, Physiologie végétale.*
— Gl. Voir *Spectres.*
— H. Voir *Magnétisme.*
I. — Action de l'eau oxygénée sur les composés oxygénés de l'iode; par M. *V. Auger* 1005
— Formation et décomposition de corps anhydres; cas de l'anhydride iodique; par M. *Marcel Guichard* 1226
Voir *Amides.*
Ir. — Sur les prétendus chlorures d'iridium; chlorures condensés; par M. *Marcel Delépine* 60
N. — Sur la fabrication industrielle de l'azote pur; par M. *Georges Claude*. 764
Voir *Alcools, Chimie physiologique, Mélanges, Physique du globe.*
— Na. Voir *Cryoscopie.*
— Ni. Voir *Aciers, Magnétisme.*
— O. Voir *Electrochimie, Gaz, Spectres, Thiophène.*
— P. Voir *Chimie analytique.*
— Pb. Voir *Chimie analytique, Toxiques.*
— Rb. Voir *Cristallographie.*
— Rh. Voir *Colloïdes.*
— S. Voir *Agronomie, Caoutchouc, Chimie analytique, Chimie physique, Cryoscopie, Physiologie végétale.*
— Sb. Voir *Métallographie, Toxiques.*
— Se. Voir *Métallographie.*
— Si. Voir *Chimie analytique.*
— Sn. Voir *Toxiques.*
— St. Voir *Alcools.*
— Ta. Voir *Résistance électrique.*
Th. — Sur les carbonates de thorium; par M. *Ed. Chauvenet* 66
— Th. Voir *Chimie analytique, Poids atomiques, Radioactivité.*
Ur. — Sur le di-hydrate uranique; par MM. *Œchsner de Coninck* et *Raynaud* 63
— Solubilité de l'oxyde uraneux dans quelques acides; par M. *A. Raynaud* 1480
— W. Voir *Chimie analytique.*
— Zn. Voir *Chimie biologique.*
Voir *Chimie physique, Métaux rares.*

CHIMIE ORGANIQUE.

— Voir *Acides, Adrénaline, Albumine, Alcools, Aldéhydes, Alcaloïdes, Amides, Amines, Caoutchouc, Carbures d'hydrogène, Catalyse, Cétones, Chimie analytique, Chimie physique, Cycles mixtes, Cyclohexane, Explosifs, Glucosides.*

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

— Contribution à l'étude chimique et physiologique de la glande hépatique des Bovidés; par MM. *A. Daniel-Brunet* et *C. Rolland* 900
— Recherches sur la formation de l'acide nitreux dans la cellule végétale et

Pages.
animale; par M. *Mazé* 357
Errata relatifs à cette Communication. 440
— Sur les mélanines; par M. *Maurice Piettre* 1037
— Influence du chlorhydrate de triméthylamine sur les échanges nutritifs; par MM. *Desgrez*, *P. Regnier* et *R. Moog* 1238
Voir *Bile, Glandes, Physiologie, Sang, Toxiques.*

CHIMIE PHYSIQUE.

— Sur une anomalie de la réfraction moléculaire dans la série des glyoximes substituées; par MM. *L. Tchougaeff* et *P. Koch*. 259
— Réfraction moléculaire de composés azoïques; par M. *H. Duval*........ 874
— Sur la volatilité des composés sulfurés; par M. *Marcel Delépine*...... 725
Voir *Aciers, Chaleur, Cryoscopie, Magnétisme, Mélanges, Métallographie, Pouvoir rotatoire, Règle des phases, Solutions, Thermochimie, Ultraviolet.*

CHIMIE VÉGÉTALE.

— Recherches sur la formation des pigments anthocyaniques; par M. *Raoul Combes*.................. 886
— Sur les substances solubles qu'on rencontre dans le plasma des tubercules de pommes de terre; par M. *G. André* 1234
— Déplacement par l'eau des substances solubles contenues dans le plasma des tubercules de pommes de terre; par M. *G. André*............... 1497
— Sur l'origine des leucoplastes et sur les processus cytologiques de l'élaboration de l'amidon dans le tubercule de pommes de terre; par M. *Guilliermond*................... 1492
— Sur l'acide lactarinique, acide cétostéarique, retiré de quelques Champignons du genre Lactarius; par M. *M.-J. Bougault* et *C. Charaux*.. 572
Voir *Acides, Champignons, Chimie physiologique, Génétique, Glucosides.*

Pages.
CHRONOMÉTRIE. — Sur un nouvel organe régulateur des chronomètres; par M. *Jules Andrade*................ 496
CHRONOPHOTOGRAPHIE. — Application de l'harmonica chimique à la chronophotographie; par M. *L. Benoist*. 96
CINÉMATIQUE. — Sur les surfaces qui, au cours d'un mouvement donné, sont continuement osculatrices à leur profil conjugué; par M. *G. Kœnigs*. 998
Voir *Géométrie infinitésimale.*
CIRCULATION. — Mécanisme des troubles généraux ou locaux de la circulation artérielle engendrant l'artériosclérose générale ou locale; par M. *A. Moutier* 1040
CŒLENTÉRÉS. — Sur la progenèse parthénogénésique à longue échéance de *Chrysaora;* par M. *Edgard Hérouard* 1094
COLLOIDES. — Du rhodium colloïdal électrique; par M. *André Lancien*.. 1088
COMBUSTION. — Voir *Chronophotographie, Comètes.*
COMÈTES. — Sur la comète Wolf. Observations faites à Nice, à l'équatorial Gautier de $0^m,76$ d'ouverture; par M. *Javelle*...................... 87
— Sur la comète Wolf (1911 *a*), Observations faites à Nice (équatorial de $0^m,76$ d'ouverture); par M. *Javelle*.......................... 325
— Sur la comète Kiess (1911 *b*). Observations faites à Nice; par MM. *Lagrula* et *Schaumasse* 87
— Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes; par *M. Borrelly* 164
— Sur la comète Kiess (1911 *b*). Son aspect photographique et son spectre; par MM. *J.-Ph. Lagrula* et *H. Chrétien* 378
— Observations de la comète Kiess, faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de $0^m,26$ d'ouverture); par M. *Esmiol*...... 165
— Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux; par M. *Ernest Esclangon*............ 165
— Observations de la comète Kiess, faites à l'équatorial de la tour de l'Est, à l'Observatoire de Paris; par

Pages.
M. *Giacobini* 166
— Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de 0m,33 d'ouverture); par M. *P. Chofardet* 167
— Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon; par M. *J. Guillaume* 378
— Sur le spectre de la comète Kiess (1911 *b*); par MM. *A. de la Baume-Pluvinel* et *F. Baldet* 459
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Paris; par M. *Giacobini* 236
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Bordeaux (équatorial de 0m,38); par MM. *L. Picart* et *F. Courty* 237
— Observation de la comète Brooks (1911 *c*), faite à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens, 0m,26 d'ouverture); par M. *Esmiol*. 326
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes; par M. *Borrelly* 327
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de 0m,33 d'ouverture); par M. *Paul Chofardet* 380
— Observations de la comète Quénisset et de la comète Brooks faites au grand équatorial (0m,38) de l'Observatoire de Bordeaux; par MM. *Esclangon* et *Courty* 619
— Sur le spectre de la comète de Brooks; par M. *J. Bosler* 756
— Observations de la comète de Brooks, faites à l'Observatoire de Madrid; par M. *Iniguez* 757
— Sur la comète Brooks (1911 *c*) : son aspect photographique et son spectre; par MM. *J.-Ph. Lagrula* et *H. Chrétien* 926
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire d'Athènes, avec l'équatorial Doridis (Gautier 0m,40); par M. *D. Eginitis* 1445
— Observations de la comète périodique Borrelly (1911 *e*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes; par M. *Borrelly* .. 995
— Découverte d'une comète à l'Observatoire Flammarion de Juvisy; par MM. *F. Quénisset* et *F. Baldet* 589
— Observations de la comète Quénisset (1911 *f*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes; par M. *Borelly* 621
— Observations des comètes Quénisset (1911 *f*) et Beliawsky (1911 *g*), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est de 0m,40 d'ouverture); par M. *Giacobini* 623
— Observations de la comète Quénisset (1911 *f*), faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de 0m,33 d'ouverture); par M. *P. Chofardet* 658
— Observations de la comète Beljawsky (1911 *g*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes; par M. Borelly 702
— Comète nouvelle découverte par M. Schaumasse à l'Observatoire de Nice, et observée par MM. Schaumasse et Javelle; par MM. *Schaumasse* et *Javelle* 1122
— Sur les conditions de la production du spectre de Swan et sur ce qu'on peut en conclure relativement aux comètes qui possèdent ce spectre; par M. *J. Meunier* 863
COMITÉ INTERNATIONAL DES POIDS ET MESURES. — M. *Darboux* présente le Tome VI des « Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures » 9
COMMISSIONS. — Commission chargée de juger le Concours du prix Jean Raynaud pour 1911 : MM. les Membres du Bureau de l'Académie; MM. *Poincaré*, *Roux*, *Alfred Picard*. 753
— MM. *Emile Picard* et *B. Zeiller* sont élus membres de la Commission administrative pour 1912 1444
COMMISSION DE CONTROLE DE LA CIRCULATION MONÉTAIRE. — M. *le Ministre des Finances* invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour occuper, dans la Commission de contrôle de la circulation monétaire, la place vacante par le décès de M. *Troost* 925

Pages.
— M. *A. Haller* est élu 991
Conductibilité. — Voir *Chaleur, Résistance électrique, Thermomagnétisme.*
Congrès. — Le *Comité exécutif du VIIIe Congrès international de Chimie appliquée* invite l'Académie à se faire représenter à ce Congrès à Washington et à New-York, en septembre 1912 589
Voir *Académie.*
Cosmogonie. — Sur la Cosmogonie de Laplace; par M. *Ch. André*........ 752
Voir *Soleil, Vénus.*
Courant alternatif. — Propriétés géométriques du point représentant la terre dans le diagramme des voltages d'un réseau polyphasé; par M. *Félix Leprince-Ringuet*.... 1069
Voir *Electricité industrielle.*

CRISTALLOGRAPHIE.

Cristallographie. — Sur les édifices hélicoïdaux; par M. *P. Gaubert*.. 683
— Sur les indices de réfraction des cristaux liquides; par M. *P. Gaubert*.. 573
— *Errata* relati s à cette Communication........................... 698
— Sur les indices de réfraction des cristaux liquides mixtes; par M. *P. Gaubert* 1158
— Sur le dimorphisme du bichromate de rubidium; par M. *J.-A. Le Bel*.. 1081
Voir *Absorption, Elasticité, Physique moléculaire.*

Crustacés. — Sur le développement de *Maïa squinado* Latr.; par M. *C. Schlegel*........................ 480
— Sur les particularités relatives au mode de fixation du Crustacé *Gnathia Habidaii;* par M. *L. Boutan*. 639
— Sur les Amphipodes des Expéditions antarctiques françaises; par M. *Ed. Chevreux* 1166
Voir *Parasitologie.*
Cryoscopie. — Étude cryoscopique de quelques acides minéraux et de quelques phénols; par M. *Eugène Cornec* 341
— Cryoscopie dans l'hyposulfite de sodium fondu; par M. *A. Boutaric*.. 876
Cultures. — Sur les mutations gemmaires culturales du *Solanum Maglia* et sur les premiers résultats culturaux de ces mutations; par M. *Edouard Heckel* 417
— Sur les variations des *Solanum* tubérifères; par M. *Pierre Berthauld*.... 827
Cycles mixtes. — Sur la préparation catalytique de quelques cétohydrofuranes substitués; par M. *Georges Dupont*........................ 275
— Nitration des ortho-, méta- et paranitrobenzoyl-*p*-anisidines; par M. *Frédéric Reverdin*............... 278
— Condensation des acides aminés en présence de la glycérine; cycloglycylglycines et polypeptides; par M. *L.-C. Maillard* 1078
— Lactonisation des éthers α-cétoniques par M. *H. Gault*................ 107
Voir *Acides.*
Cyclohexane. — Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur le cyclohexanol et sur la cyclohexanone; par MM. *F. Bodroux* et *F. Taboury* 349
Cytologie. — Sur les mitochondries des cellules végétales; par M. *A. Guilliermond*.................... 199
— Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries; par M. *A. Guilliermond*............. 290

D

Décès. — M. *le Président* prononce l'éloge de MM. *Michel Lévy* et *Troost*. 611
— M. *le Président* exprime les regrets qu'inspire à l'Académie la mort de Sir *Joseph Dalton Hooker*, de MM. *Radau*, *Lannelongue* et *Bornet*. 1435
— M. *le Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Albert Ladenburg*, Correspondant pour la Section de Chimie........................ 441

Pages.

DÉCHARGES. — Les anneaux de Saturne sont-ils dus à une radiation électrique de la planète? par M. *Kr. Birkeland*. 375
— Décharges célestes et analogies expérimentales; par M. *Kr. Birkeland*.. 938
— Sur la volatilisation des électrodes dans les tubes à néon; par M. *Georges Claude* 713
— Interrupteur de la bobine d'induction constitué par l'arc primaire; par M. *A. Guillet* 866
Voir *Electrochimie*, *Electromètres*, *Rayonnement*, *Rayons cathodiques*, *Rayons* X, *Spectres*, *Télégraphie sans fil*.
DENSITÉS. — Sur les densités des phases coexistantes (densités orthobares) et le diamètre de l'anhydride sulfureux au voisinage du point critique; par M. *Ettore Cardoso* 257
— Sur une relation générale entre les propriétés physiques des corps: application aux densités; par M. *G. Ter Gazarian* 871
DIASTASES. — Quelques observations sur le mécanisme du fonctionnement des diastases protéolytiques; par MM. *A. Fernbach* et *M. Schœn*. 133
— Influence de la réaction du milieu sur l'activité de la cellase. Nouveau caractère distinctif avec l'émulsine; par MM. *Gabriel Bertrand* et *Arthur Compton* 360
— Inactivation de la trypsine par dialyse vis-à-vis de l'eau distillée, réactivation de cette diastase par addition de sels; par MM. *Albert Frouin* et *Arthur Compton* 1032
— Activation de la sucrase par divers acides; par M. *Gabriel Bertrand* et M. et Mme *Rosenblatt*............ 1515
— Sur le mécanisme de la destruction des diastases par la lumière; par M. *Henri Agulhon* 979
DIÉLECTRIQUES. — La chaleur de Siemens et la notion de capacité; par M. *L. Décombe*............... 1469
DIFFÉRENCE DE POTENTIEL. — Sur les différences de potentiel de contact apparentes entre un métal et des solutions électrolytiques; par M. *J. Guyot*......................... 867
Voir *Electrolyse*, *Force électromotrice*.
DIFFRACTION. — Voir *Etoiles*.
DIGESTION. — Sur la digestion de la caséine; par M. *Louis Gaucher*.... 891
Voir *Anatomie comparée*, *Biologie*, *Chimie physiologique*, *Microbiologie*.
DYNAMIQUE DES FLUIDES. — Voir *Aérodynamique*.

E

ÉBULLITION. — Voir *Chimie physique*.
ECHINODERMES. — Échinodermes antarctiques provenant de la campagne du *Pourquoi-Pas?* par M. *R. Kœhler*. 735
Voir *Paléontologie*.
ÉCOLE POLYTECHNIQUE.— M. *le Ministre de la Guerre* prie l'Académie de désigner deux de ses Membres pour faire partie du « Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique », en 1911-1912............ 86
— MM. *H. Poincaré* et *H. Léauté* sont élus et nommés............ 163 619
ÉCONOMIE POLITIQUE. — Application aux problèmes de la « production suffisante » et du « salaire vital » de quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients $\geqq 0$; par M. *Maurice Potron*........... 1458
Voir *Analyse mathématique*.
ÉLASTICITÉ. — Sur la hauteur du son dans les alliages et ses variations en fonction de la température; par M. *Félix Robin*................. 665
— Méthode interférentielle pour la détermination des modules de torsion des cristaux; par M. *Marcel Brillouin*.......................... 710
— La loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils; par M. *E. Jouguet* 761
— Sur la vitesse et l'accélération des ondes de choc de seconde et de troisième espèce dans les fils; par M. *E. Jouguet* 1062
Voir *Chaleur*, *Mécanique*, *Viscosité*.

ÉLECTRICITÉ.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — Sur

Pages.
l'origine des manifestations électriques des orages, à l'occasion de l'observation des cyclones en mer de Chine; par M. *G. Le Cadet* 985
— Sur la protection contre la foudre des observatoires de grande altitude par M. *J. Vallot* 986
ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE. — Sur la protection des installations à courant faible contre les perturbations provoquées par les courants alternatifs; par M. *Girousse* 1135
Voir *Courant alternatif, Ondes hertziennes, Télégraphie.*
ÉLECTRICITÉ MÉDICALE. — Les échanges respiratoires dans le rhumatisme articulaire chronique et les modifications qu'ils subissent par l'exercice musculaire électriquement provoqué; par M. *J. Bergonié* 129
ÉLECTRICITÉ PHYSIOLOGIQUE. — Durée utile des décharges de condensateurs; expérience sur l'escargot; par M. et Mme *Lapicque* 125
— *Errata* relatifs à cette Communication 220
ÉLECTROCHIMIE. — Sur la formation d'eau oxygénée sous l'effluve électrique; par M. *A. Besson* 877
ÉLECTROLYSE. — Sur la figuration des lignes équipotentielles dans un électrolyseur; par M. *André Brochet* 1150
— Sur la figuration des lignes équipotentielles dans un électrolyseur. Réclamation de priorité; par M. *J. Delvalez* 1474
Voir *Colloïdes, Osmose.*
ÉLECTROMAGNÉTISME. — Voir *Décharges Soleil.*
ÉLECTROMÈTRE. — Sur un électromètre enregistreur à filament de carbone; par M. *P. Villard* 315
— Sur les couples électriques dans les électromètres; par M. *Jean Villey* .. 767
— Mesures de potentiels explosifs entre 20 000 volts et 300 000 volts; par MM. *P. Villard* et *H. Abraham* 1200
ÉLECTROOPTIQUE. — Recherches sur le phénomène de Kerr dans les vapeurs et les gaz; par M. *Emile Giurgea* 1461
Voir *Décharges, Diélectriques, Différence de potentiel, Ions, Microphone, Phénomène de Hall, Physique, Résistance électrique, Télégraphie, Thermoélectricité.*

ÉLECTIONS DE MEMBRES ET DE CORRESPONDANTS. — M. *Moureu* est élu Membre de la Section de Chimie à la place de M. *Troost*, décédé 1120
— M. *W. Voigt* est élu Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Van 't Hoff* ... 35
— M. *Renaut* est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Armand Sabatier*, décédé 86
— M. *Bernstein* est élu Correspondant dans la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de M. *Engelmann*, décédé 163
— M. *Leclainche* est élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Eugène Tisserand*, élu Académicien libre 1054
— M. *A. Verschaffel* est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, à la place de Sir *William Huggins*, décédé 1444
EMBRYOGÉNIE. — Sur le développement de l'embryon chez le *Myosurus minimus* L.; par M. *R. Souèges* 686
— Nouveaux arguments en faveur de l'action des glandes surrénales sur la détermination des sexes; par M. *R. Robinson* 1026
— Formation d'embryons chez le Houblon par l'action du pollen de Chanvre; par M. *J. Tournois* 1160
ÉNERGÉTIQUE. — M. *P. Duhem* fait hommage à l'Académie du second et dernier Tome de son « Traité d'Énergétique ou de Thermodynamique générale » 587
Voir *Photométrie.*
ÉNERGÉTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — Sur la loi de la dépense postérieure au travail; par M. *Jules Amar* 79
— Étude graphique du travail à la lime; par M. *A. Imbert* 128
ENTRAINEMENT DE L'ÉTHER. — Quelques paradoxes au sujet des actions optiques du premier ordre de la translation de la Terre; par M. *G. Sagnac*. 243
ÉQUATION CARACTÉRISTIQUE. — Sur la pression intérieure des fluides et la

Pages.

détermination du zéro absolu; par M. *E.-H. Amagat*. 851
Voir *Densités*, *Gaz*.

Équations aux dérivées partielles. — Sur les transformations de Bäcklund de première espèce; par M. *J. Clairin*. 39
— Sur un nouveau problème mixte de l'équation des télégraphistes; par M. *A.-G. Webster*. 500

Équations différentielles. — Sur les équations différentielles périodiques; par M. *Eugenio-Elia Levi*. 799
— Sur un système différentiel à points critiques fixes; par M. *L. Schlesinger*. 93
— Sur les simplifiés d'une classe de systèmes différentiels dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes; par M. *René Garnier*. 1449

Équations intégrales. — Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales; par M. *A. Korn*. 171
— Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales; par M. *A. Korn*. 327
— Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales; par M. A. *Korn*. 539
— Un complément sur un théorème relatif aux équations intégrales de troisième espèce; par M. *Emile Picard*. 529
— Sur les solutions continues des équations intégrales de troisième espèce; par M. *Emile Picard*. 615
— Théorème sur les variations caractéristiques; par M. *Tr. Lalesco*. 541
— Sur certaines équations intégrales d'un type nouveau et sur quelques problèmes qui s'y rattachent; par M. *Henri Villat*. 758
— Sur les valeurs singulières des noyaux non symétriques; par M. *A. Blondel*. 1456

Errata. — 144, 220, 312, 408, 440, 492, 512, 528, 642, 698, 1262, 1541.

Escargot. — De l'insensibilité à la lumière et de la cécité de l'Escargot des vignes (*Helix pomatia* L.); par M. *Emile Yung*. 434
Voir *Electricité physiologique*.

Etat critique.— Voir *Densités*, *Equation caractéristique*.

États correspondants. — Sur une relation générale entre les propriétés physiques des corps : application à la viscosité, la capillarité, l'énergie superficielle, la chaleur de vaporisation, le diamètre rectiligne; par M. *G. Ter Gazarian*. 1071
Voir *Densités*.

Éthers. — Éthérification catalytique, par voie humide, des acides bibasiques; par MM. *J.-B. Senderens* et *J. Aboulenc*. 881
— Sur les sulfo-éthers-sels ou éthers thioniques R.CS.OR'; par M. *Marcel Delépine* 279
Voir *Cétones*, *Chimie physique*, *Cycles mixtes*, *Photolyse*, *Conductibilité*.

Étoiles. — M. *B. Baillaud* présente le troisième Volume du « Catalogue photographique du Ciel » publié par l'Observatoire de Paris. 85
— Observation d'une étoile filante double; par M. *Verschaffel*. 423
— Étoile variable des Pléiades; par M. *G.-A. Tikhoff*. 653
— Sur une cause qui peut influer sur l'estimation de la grandeur des étoiles; par M. *Kyrille Popoff*. 1210

Exploration. — Voir *Botanique*, *Crustacés*, *Echinodermes*, *Océanographie*, *Poissons*.

Explosifs. — Sur le mode d'amorçage des explosifs; par MM. *Taffanel* et *Dautriche*. 823
Voir *Académie*, *Photolysé*.

Expositions. — M. *le Président du Comité d'organisation* annonce à l'Académie qu'une Exposition industrielle bavaroise se tiendra à Munich en 1912 925

F

Fermentations. — Sur le mécanisme de la fermentation alcoolique; par M. *Alexandre Lebedeff*. 136
— Sur un ferment de l'amertume des vins, agent de déshydratation de la glycérine; par M. *E. Voisenet*. 363

Pages.

— Considérations nouvelles sur la maladie de l'amertume des vins dans ses rapports avec la fermentation acrylique de la glycérine; par M. *E. Voisenet* 898
— Recherches sur l'*Amylomyces Rouxii;* par M. *R. Goupil* 1172
FLUORESCENCE. — Recherches sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins; par M. *L. Dunoyer* 333
Voir *Absorption, Insectes.*
FONCTIONS. — Sur les fonctions θ de degrés supérieurs; par M. *Paul Appell* 584
— Sur les fonctions du quatrième degré; par M. *Paul Appell* 617
— Sur un problème mixte de la Théorie des fonctions harmoniques dans une aire annulaire; par M. *Henri Villat* 518
— Sur la construction des fonctions entières à croissance irrégulière; par M. *Ruben Mallton* 169
— Sur les fonctions analytiques qui admettent deux valeurs exceptionnelles dans un domaine; par M. *P. Montel* 996
— Sur l'indétermin tion d'une fonction uniforme dans le voisinage de ses points essentiels; par M. *P. Montel.* 1455
FONDS BONAPARTE. — M. *le Président* donne lecture d'une lettre du Prince *Roland Bonaparte*, mettant à la disposition de l'Académie une somme de 250 000fr, destinée à faciliter les recherches des jeunes savants 1047
FORCE ÉLECTROMOTRICE. — Sur un effet électrique du déplacement relatif d'un métal et d'un électrolyte au contact; par M. *J. Pionchon* 47
— Détermination de la force électromotrice en valeur absolue de l'élément *Weston* normal; par MM. *P. Janet, F. Laporte* et *R. Jouaust* 718
Voir *Différence de potentiel, Résistivité.*
FUSION. — Voir *Carbures d'hydrogène Mélanges, Métallographie.*

G

GAZ. — Sur l'extraction des gaz du cuivre chauffé dans le vide; par M. *Marcel Guichard* 104
— Sur l'extraction des gaz du cuivre par réaction chimique et sur le dosage de l'oxygène; par M. *Marcel Guichard* 272
— Pression interne dans les gaz, formules d'état et loi des attractions moléculaires; par M. *A. Leduc* 179
— Sur un appareil de précision pour l'emploi de l'oxygène gazeux en physiologie et en thérapeutique; par M. *Raoul Bayeux* 999
— Absorption des gaz par les corps poreux; par M. *Jacques Duclaux* ... 1217
Voir *Chaleur, Mélanges.*
GAZ RARES. — Dosage spectrophotométrique du xénon. Constante des rapports xénon-argon et xénon-krypton dans les mélanges gazeux naturels; par MM. *Ch. Moureu* et *A. Lepape* 740
— Les gaz rares des grisous; par MM. *Ch. Moureu* et *A. Lepape* 847
— Sur les rapports des gaz rares entre eux et avec l'azote dans les grisous; par MM. *Ch. Moureu* et *A. Lepape* .. 1043
Voir *Décharges.*
GÉNÉTIQUE. — Sur les mécanismes de la variation des races et les transformations moléculaires qui accompagnent ces variations; par M. *Armand Gautier* 531
GÉODÉSIE. — M. *Bigourdan* offre à l'Académie, de la part de M. *Gravereaux*, la reproduction d'un dessin de 1737. 315
— Détermination des coordonnées géographiques aux colonies, en employant la Télégraphie sans fil. Essai de la méthode entre Paris (Observatoire) et Bruxelles (Palais de Laeken); par M. *Bourgeois* 497
Voir *Comité international des Poids et Mesures.*
GÉOGRAPHIE. — Sur les déformations résultant du mode de construction de la Carte internationale du monde au millionième; par M. *Ch. Lallemand* 559
— *Errata* relatifs à cette Communication 698

Pages.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — Sur la forme parabolique des accidents du relief, constitués par les roches cristallines acides en Afrique occidentale; par M. *Henry Hubert*................ 805
— Principes de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion, appliquée aux vallées alpines; par M. *Em. de Martonne*.................... 309
— Résultats de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion des vallées de l'Arc et de l'Isère; par M. *Em. de Martonne*.................... 404
— Sur la chronologie des thalwegs pliocènes et quaternaires de l'Arc et de l'Isère; par *M. Em. de Martonne*... 509

GÉOLOGIE.

— Sur la construction des routes et ouvrages d'art en terrains calcaires; par M. *E.-A. Martel*............ 605
— Sur un exemple de décalcification pluviaire réalisée au cours de l'époque tertiaire inférieure; par M. *Stanislas Meunier*............ 215
— Sur le synchronisme du calcaire carbonifère du Boulonnais avec celui de la Belgique et de l'Angleterre; par MM. *H. de Dorlodot* et *Ach. Salée*.......................... 556
— Sur un affaissement de l'Éocène inférieur au nord de Blaye, dans le pays de Cosnac (Charente-Inférieure); par M. *Jules Welsch*............. 368
— *Errata* relatifs à cette Communication............................ 408
— Sur les lacunes affectant la partie inférieure des assises secondaires à Crussol (Ardèche) et au bord oriental du Plateau central; par M. *Attale Riche*................. 1258
— Sur l'existence de deux phases de plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales; par M. *Maurice Lugeon*.................... 842
— Sur quelques conséquences de l'hypothèse d'un dualisme des plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales; par M. *Maurice Lugeon*.. 984
— Sur la découverte du Carbonifère et de l'Éocène aux monts Guiona et Vardoussa, à l'ouest du Parnasse; par M. *Ph. Negris*.......... 606
— Sur l'importance de l'Éocène dans la Grèce orientale et sur la découverte du Trias au Laurium; par M. *Ph. Négris*.......................... 695
— Extension du Trias dans la partie moyenne de la Grèce orientale; par M. *Carl Renz*............... 1098
— Extension des formations paléozoïques dans les îles côtières de l'Argolide; par M. *Carl Renz*............ 843
— Le pays des Zaër (Maroc occidental); par M. *Louis Gentil*............. 839
— Sur la géologie de l'extrême sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, spécialement des environs de Ghadamès; par M. *Léon Pervinquière*... 1183
— Essai d'une Carte géologique de l'Afrique occidentale; par M. *Henry Hubert*......................... 737
— Les explorations géologiques de M. Perrier de la Bathie à Madagascar; par M. *H. Douvillé*........ 414
Voir *Anthropologie préhistorique, Géographie physique, Houille, Nappes de charriage, Paléontologie.*

GÉOMÉTRIE. — Sur le théorème de M. Jordan dans l'espace à n dimensions; par M. *L.-E.-J. Brouwer*.... 542
— Sur les notions : droites parallèles et translation, et sur la géométrie différentielle, dans l'espace non euclidien; par M. *G. Pick*......... 1447
— Sur les surfaces algébriques admettant une série discontinue de transformations birationnelles; par M. *Rosenblatt*.................. 1460
Voir *Cinématique.*
GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — Sur les congruences linéaires de coniques; par M. *D. Montesano*............ 45
— Extension aux lignes géodésiques d'une propriété cinématique de la ligne droite; par M. *A. Petot*...... 168
— Sur les surfaces R et les surfaces Ω; par M. *A. Demoulin*............. 590
— Sur les surfaces R et les surfaces Ω; par M. *A. Demoulin*............. 705
— Sur les surfaces R; par M. *A. Demoulin*........................ 797
— Sur les surfaces Ω; par M. *A. Demoulin*........................ 927

Pages.

— Sur une classe très étendue de systèmes triple-orthogonaux; par M. *C. Guichard* 858
— Sur les réseaux R; par M. *Tzitzéica*.. 1127
— Sur les surfaces minima engendrées par une hélice circulaire; par M. *E. Barré* 1057
— Sur les surfaces minima engendrées par des hélices circulaires; par M. *E. Barré* 1461
Voir *Cinématique*.
GLANDES. — Sur les effets de certains extraits hypophysaires; par MM. *H. Claude* et *A. Baudouin* 1513
GLUCOSIDES. — Sur la constitution de quelques dérivés nitrés obtenus dans l'action de l'acide azotique sur les aloïnes; par M. *E. Léger* 114
— Sur le glucoside des feuilles de poirier, sa présence dans les feuilles des diverses variétés; sa recherche dans le tronc et la racine; par MM. *Em. Bourquelot* et Mlle *A. Fichtenholz*... 468
— Application de la méthode biochimique au *Kalmia latifolia* L. et obtention d'un nouveau glucoside; par M. *Em. Bourquelot* et Mlle *A. Fichtenholz* 1500
Voir *Toxiques*.
GOUDRON. — Voir *Physiologie végétale*.
GRAINE. — Influence de la suppression partielle des réserves de la graine sur le développement de la plante; par M. *Delassus* 1494
Voir *Anatomie végétale, Cytologie*.
GREFFE. — Sur un cas singulier de variation par bourgeon chez le Pêcher; par M. *Ed. Griffon* 521
GROUPES. — Sur une propriété des transformations de Volterra; par M. *G. Kowalewski* 931
— Sur une classe de transformations infinitésimales dans l'espace fonctionnel; par M. *G. Kowalewski*..... 1452

H

HISTOLOGIE. — Sur la structure des piliers de Corti; par M. *E. Vasticar*... 1023
HISTOIRE DES SCIENCES. — M. G. Darboux présente à l'Académie un Ouvrage intitulé : « Science et Philosophie », par *Jules Tannery*, avec une Notice par *Emile Borel* 991
Voir *Académie, Biographie, Géodésie*.
HOUILLE. — Sur l'existence de la houille en Franche-Comté, à Saint-Germain près de Lure (Haute-Saône); par M. *Fournier* 908
Voir *Gaz rares, Paléontologie*.
HYBRIDES. — Voir *Biologie végétale*.
HYDRODYNAMIQUE. — Surfaces de glissement. Généralisation de la théorie d'Helmholtz; par M. *Marcel Brillouin* 43
— Sur la théorie de la houle en profondeur finie; par M. *H. Vergne*.... 174
HYDRALOGIE. — Voir *Géologie, Radioactivité*.
HYGIÈNE. — Voir *Toxiques*.
HYSTÉRÉSIS. — Voir *Aciers*.

I

IMMUNITÉ. — De la durée de l'immunisation, par voie intestinale, contre l'infection éberthienne expérimentale chez le Lapin; par MM. *J. Courmont* et *A. Rochaix* 1087
Voir *Tuberculose*.
INDUSTRIE. — Voir *Energétique physiologique, Expositions*.
INSECTES. — Sur la fluorescence chez les insectes lumineux; par M. *Raphaël Dubois* 208
— Sur la destruction de la *Cochylis* de la vigne; par M. *A. de Varenne*..... 195
— Sur un parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis; par MM. *Paul Marchal* et *J. Feytaud* 633
— La spanandrie et l'oblitération de la reproduction sexuée chez les Chermes; par M. *Paul Marchal* 299
— L'oblitération de la reproduction sexuée chez les *Chermes piceæ* Ratz; par M. *Paul Marchal* 603
— Nouvelles recherches biologiques sur les Guêpes solitaires d'Afrique : évo-

Pages.
lution, variation, perturbations démentielles de l'instinct maternel, sous l'influence de la disette. Prépondérance réelle des tendances individualistes sur les sentiments affectifs dans les manifestations apparentes du culte des jeunes chez les Vespides; par M. *E. Roubaud*... 476
— Les *Chœromyies*, Diptères nouveaux à larves suceuses du sang des Mammifères; par M. *E. Roubaud*....... 553
— Nouvelle contribution à l'étude biologique des glossines. Quelques données sur la biologie des *Gl. morsitans* et *tachinoïdes* du Soudan nigérien; par M. *E. Roubaud*......... 637
— Évolution et histoire du « Ver du Cayor », larve cuticule africaine de *Cordylobia anthropophaga* Blanchard (Muscides); par M. *E. Roubaud*......................... 780
— Sur certains organes sensitifs constants chez les larves de Diptères et leur signification probable; par M. *D. Keilin*.................... 977
— Le déterminisme de l'isolement des larves solitaires; par M. *Etienne Rabaud*......................... 1091
Voir *Biologie, Myriopodes, Paléontologie, Pathologie végétale.*
INTERFÉRENCES. — Strioscopie et striographie interférentielles analogues à la méthode optique des stries de Foucault et de Töpler; par M. *G. Sagnac*......................... 90
— *Errata* relatifs à cette Communication......................... 312
— Sur l'emploi des prismes biréfringents pour obtenir des franges d'interférences; par M. *Georges Meslin*.... 1145
Voir *Elasticité.*
IONS DANS LE GAZ. — Sur la dissymétrie des ions positifs et négatifs, relativement à la condensation de la vapeur d'eau; par M. *E. Besson*...... 250
— *Errata* relatifs à cette Communication......................... 402
— Sur la masse des ions gazeux; par M. *William Duane*............... 336
Voir *Chaleur, Soleil.*

J

JUPITER. — Observations de la planète Jupiter en 1911, avec l'équatorial de $0^m,83$ de l'Observatoire de Meudon; par M. *E.-M. Antoniadi*..... 1123
— Remarques sur la Communication de M. *E.-M. Antoniadi* intitulée : « Observations de la planète Jupiter en 1911, avec l'équatorial de $0^m,83$ de l'Observatoire de Meudon », et sur l'utilité de l'observation des planètes; par M. *H. Deslandres*........ 1126

L

LEVURES. — Voir *Sucres.*
LIPOÏDES. — Voir *Bile, Chimie biologique.*
LIQUÉFACTION DES GAZ. — Voir *Chimie inorganique* (N).
LITHOLOGIE. — Examen chimique e lithologique de la météorite d'El-Nakhla; par M. *Stanislas Meunier*.. 785
Voir *Météorites, Océanographie.*
LUMIÈRE. — Voir *Physiologie, Rayonnement.*
LUMINESCENCE. — Voir *Cycles mixtes.*
LUNE. — Les Tables de la Lune, fondées sur la théorie de Delaunay; par M. *R. Radau*..................... 313
— Sur la variation dans le mouvement de la Lune; par M. *Nicolaü*........ 703

M

MAGNÉTISME.

— Sur les coefficients d'aimantation de l'or; par MM. *H. Hanriot* et *F. Raoult*. 182
— Solutions de sels magnétiques hétérogènes dans un champ magnétique hétérogène; par M. *C. Statescu*..... 547
— Étude magnétique du rôle de l'eau

Pages.
dans la constitution de quelques hydrates solides; par M[lle] *E. Feytis*. 668
— Sur l'aimantation du nickel, du cobalt et des alliages de nickel et de cobalt; par MM. *Pierre Weiss* et *O. Bloch* 941
Voir *Phénomène de Hall.*

MATHÉMATIQUES.

Voir *Analyse harmonique*, *Analyse mathématique*, *Arithmétique*.

Mammifères. — Les Suidés sauvages et domestiques de la Sardaigne et de la Corse; par MM. *E.-L. Trouessart* et *E.-G. Dehaut*................. 471
Voir *Insectes*.

MÉCANIQUE.

— Sur les intégrales linéaires des équations de Lagrange; par M. *E. Delassus*....................... 40
— Sur les liaisons non linéaires et les mouvements étudiés par M. Appell; par M. *Etienne Delassus* 707
— Sur les liaisons non linéaires; par M. *Etienne Delassus*............. 626
— Sur l'instabilité de l'équilibre; par M. *Emile Cotton*................ 1059
— Sur l'accélération des ondes de choc dans les fils; par M. *Jouguet*....... 933
Voir *Cinématique*, *Elasticité*, *Hydrodynamique*.
Mécanique appliquée. — Sur l'équilibrage des moteurs; par M. *L. Lecornu*........ 1108
— *Errata* relatifs à cette Communication.......................... 1541
Voir *Aérodynamique*, *Chronométrie*, *Sismologie*.
Mécanique céleste. — Voir *Lune*.

MÉDECINE.

Mécanique céleste.—Voir *Cosmogonie*.
Médecine expérimentale. — Reproduction expérimentale de la rougeole chez le Bonnet chinois. Virulence du sang des malades 24 heures avant le début de l'éruption; par MM. *Ch. Nicolle* et *E. Conseil*...... 1522
Voir *Electricité médicale*, *Immunité*, *Pathologie*, *Sérums*, *Thérapeutique*, *Vaccins*.
Médecine légale. — Sur la valeur du réactif de Meyer dans la recherche du sang; par M. *A. Sartory*........ 131
— Considérations sur les réactifs employés pour la détermination des taches de sang en médecine légale; par M. *Bordas*................... 302
Voir *Rayons X*.
Mélanges. — Courbes de fusibilité des mélanges gazeux : systèmes oxoniens formés par l'acétylène, l'éthylène, l'oxyde azotique et l'oxyde de méthyle; par MM. *Georges Baume* et *Albert F.-O. Germann* 569
Mémoires présentés. — M. *George Levinsohn* soumet à l'Académie un Mémoire intitulé : « Origine de la Myopie »....................... 925
Métallographie. — Sur la métallographie des systèmes sélénium-antimoine; par M. *H. Pélabon*......... 343
Voir *Aciers*.
Métaux. — Voir *Chaleur*, *Chimie minérale*.
Métaux rares. — Sur le chlorure europeux; par MM. *G. Urbain* et *F. Bourion*........................ 1155
Météorites. — Météorite égyptienne récemment parvenue au Muséum; par M. *Stanislas Meunier*......... 524
Voir *Lithologie*.

MÉTÉOROLOGIE.

— La Fata-morgana; par M. *F.-A. Morel*......................... 1054
Voir *Astronomie*, *Electricité atmosphérique*, *Physique météorologique*, *Physique du Globe*.

Microphone. — Audiphone magnétique bilatéral; par M. *A. Soret*.... 1214

MICROBIOLOGIE.

— Recherches sur la flore intestinale. Isolement des microbes qui attaquent spécialement les produits ul-

Pages.
times de la digestion des protéïques; par M. *Albert Berthelot*.......... 306
Voir *Aliments, Bactériologie, Biologie.*

MINÉRALOGIE.

— Les roches alcalines de Nosykomba (Madagascar); par M. *A. Lacroix*. 152
Voir *Cristallographie, Pétrographie.*

Mollusques. — Sur les Opisthobranches et sur les Marséniadés du golfe de Tadjourah; par M. *A. Vaissière*. 1164
Morphologie dynamique. — La surface alaire, le poids des muscles pectoraux et le régime alimentaire chez les Oiseaux carinates; par MM. *F. Houssay* et *A. Magnan*.... 893
Mutations. — Mutation d'un hybride transmise à sa postérité et à ses produits en voie de disjonction; par M. *Paul Vuillemin*............... 551
Voir *Cultures.*
Myriopodes. — Observations sur les mœurs d'un Myriopode, la Scutigère coléoptrée. Son utilité comme destructrice des Mouches; action de son venin; légende de sa présence accidentelle dans l'appareil digestif de l'homme; par MM. *J. Kunckel d'Herculais*............. 399

N

Nappes de charriage. — Sur la tectonique du pays basque français; par MM. *Pierre Termier* et *Léon Bertrand*. 919
— Sur la fenêtre de Méounes et de Garéoult (Var); par M. *Emite Hang*.......................... 1186
— Nouvelles observations sur la nappe de recouvrement de la Sainte-Baume; par M. *J. Repelin*......... 1531
Navigation. — M. *Bertin* présente trois dessins d'anciens bâtiments destinés à paraître dans les « Souvenirs de Marine conservés » de l'Amiral *Pâris*......................... 991
Voir *Académie, Océanographie.*
Nitriles. — Voir *Acides, Toxiques.*

O

Observatoires. — M. *Bassot* fait hommage à l'Académie du Tome XIV des « Annales de l'Observatoire de Nice »........................... 583
— Présentation de deux Volumes des « Annales de l'Observatoire de Paris »; par M. *B. Baillaud*.......... 791
— M. *le Secrétaire perpétuel* présente à l'Académie le Tome X des « Observations de l'*Observatoire d'Abbadia*». 1438
Voir *Géodésie.*
Océanographie. — Une nouvelle machine à sonder; par M. *Alphonse Berget*........................ 38
— Chute des sédiments à travers les eaux océaniques; par M. *J. Thoulet*. 787
— Sur une Carte bathylithologique de la côte du golfe du Lion entre les Saintes-Maries et Palavas et du cap de Creus à Canet; par M. *J. Thoulet*. 1190
— Le Laboratoire des recherches maritimes scientifiques du *Pourquoi-Pas?*; par M. *J.-B. Charcot*........ 992
Oiseaux. — Sur la détermination des caractères sexuels secondaires chez les Gallinacés; par M. *A. Pézard*.... 1027
Voir *Anatomie comparée, Morphologie dynamique.*
Ondes hertziennes. — Sur la vitesse des propagations des ondes électromagnétiques le long d'une ligne de fils métalliques; par M. *C. Gutton*. 1002
Voir *Télégraphie sans fil.*
Optique. — Voir *Chimie physique, Entraînement de l'éther, Fluorescence, Interférences, Météorologie, Photographie, Photométrie, Rayonnement.*
Optique géométrique. — La relation des sinus de Abbe est une condition de stigmatisme. Condition de l'aplanétisme vrai; par M. *R. Boulouch*.. 99
Optique physiologique. — Sur la

	Pages.
perception des lumières brèves à la limite de leur portée; par MM. *A. Blondel* et *J. Rey*	54
Optique cristalline. — Voir *Absorption*, *Cristallographie*, *Pouvoir rotatoire*.	
— L'harmonie des couleurs réalisée par l'emploi des camaïeux complémentaires; par M. *A. Rosenstiehl*	715
— *Errata* relatifs à cette Communication	850
— Synthèse des couleurs complémentaires par les réseaux lignés; par M. *E. Estanave*	1464
Osmose. — Sur le rôle prépondérant de deux facteurs électrostatiques dans l'osmose des solutions d'électrolytes. Mouvements osmotiques normaux; par M. *Pierre Girard*	401
— L'osmométrie des solutions salines et la théorie des ions d'Arrhenius; par M. *Eugène Fouard*	769
— Sur le mécanisme de l'osmose; par M. *Eugène Fouard*	1152
Voir *Anasthésiques*, *Solutions*.	
Oximes. — Voir *Chimie, physique*.	
Oxydases. — Voir *Catalyse*.	

P

PALÉONTOLOGIE.

Paléontologie. — Sur la découverte d'un grand Singe anthropoïde du genre *Dryopithecus* dans le Miocène moyen de la Grive-Saint-Alban (Isère); par M. *Ch. Depéret*	32
— Les *Blattidæ* des houillères de Commentry; par M. *Fernand Meunier*	845
— Existence de restes organiques dans les roches ferrugineuses associées aux minerais de fer huroniens des États-Unis; par M. *L. Cayeux*	910
Voir *Poissons*.	
Paléobotanique. — Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bâthie; par M. *R. Zeiller*	230
— Sur la présence du genre *Atriplex* dans la flore tertiaire de Menat (Puy-de-Dôme); par M. *Louis Laurent*	218
Voir *Géologie*, *Houille*.	
Parachute. — Voir *Aérodynamique*.	
Parasitologie. — Sur la peste des Écrevisses du lac de Nantua; par MM. *L. Mercier* et *R. de Drouin de Bouville*	210
— Sur divers parasites de Copépodes pélagiques, observés par M. Apstein; par M. *Edouard Chatton*	474
— Le cycle évolutif et les affinités systématiques de l'Haplosporidie des *Donax*; par M. *Casimir Cépède*	507
Voir *Insectes*, *Biologie*, *Trypanosomes*.	
Parthénogenèse. — Voir *Cœlentérés*.	

PATHOLOGIE.

— Recherches sur la pathogénie des lésions artério-scléreuses; par M. *Y. Manouélian*	303
— Sur la nature et le siège de l'agent pathogène du typhus exanthématique; par MM. *Charles Nicolle*, *A. Conor* et *E. Conseil*	578
— Diverses sortes de surdimutités; par M. *Marage*	775
Voir *Circulation*, *Médecine*, *Radiographie*, *Radiumthérapie*. *Tuberculose*, *Venins*.	
Pathologie animale. — Cause déterminante de la « fièvre typhoïde du cheval » (influenza, grippe, pasteurellose; pferdestaupe; pink eye); par M. *J. Basset*	485
Voir *Immunité*, *Parasiologie*, *Syphilis*.	
Pathologie végétale. — Sur un retour momentané des fleurs doubles d'un rosier à la forme simple; par M. *J. Violle*	915
— Sur le mode de contamination des feuilles de vigne par le *Plasmopara viticola*; par MM. *L. Ravaz* et *G. Verge*	1502
Voir *Physiologie végétale*.	
Peptones. — Voir *Acides aminés*.	

Pages.

PÉTROGRAPHIE.

— Comparaison entre les minerais de fer huroniens des États-Unis et les minerais de fer oolithique de France; par M. *L. Cayeux* ... 1188
Voir *Agronomie, Lithologie, Minéralogie.*

Phénomène de Hall. — Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite; par M. *Edm. van Aubel* ... 331
— *Errata* relatifs à cette Communication ... 492
Phosphorescence. — Voir *Résistance électrique.*
Photographie. — Sur le développement des images photographiques après fixage; par MM. *A.* et *L. Lumière* et *A. Seyewetz* ... 102
— Impressions photographiques sur cuivre; par M. *G. Reboul* ... 1215
Photolyse. — Sur la photolyse des alcools, des anhydrides d'acides, des éthers-oxydes et des éthers-sels par les rayons ultraviolets; par MM. *Daniel Berthelot* et *Henry Gaudechon* ... 383
— Sur la stabilité de divers types de poudre sans fumée vis-à-vis des rayons ultraviolets; par MM. *Daniel Berthelot* et *Henry Gaudechon* ... 1220
Voir *Diastases.*
Photométrie. — Sur la dépense d'énergie nécessaire pour produire l'unité d'intensité lumineuse; par MM. *H. Buisson* et *Ch. Fabry* ... 254
Phototropisme. — Action des diverses radiations lumineuses sur le mouvement des zoospores de *Chlamydomonas*; par M. *P. Desroche* ... 829
Voir *Physiologie végétale.*

PHYSIOLOGIE.

— Sur un mode de résorption de la graisse de réserve; par M. *Maurice Piettre.* 487
— Sur la fonction de réserve adipeuse des corps adipolymphoïdes; par M. *Pierre Kennel* ... 505
— Nouvelles recherches sur la lumière physiologique chez *Pholas dactylus*; par M. *Raphaël Dubois* ... 690
— Ingestion d'acides minéraux chez un Chien partiellement dépancréaté; par MM. *H. Labbé* et *L. Violle* ... 1085
Voir *Anasthésiques, Aveugles, Biologie, Chimie physiologique, Digestion, Electricité physiologique, Energétique physiologique, Gaz, Morphologie dynamique, Optique physiologique, Phototropisme, Pigments, Sérums, Sucres.*
Physiologie pathologique. — De la vésicule biliaire prise comme lieu d'inoculation; par M. *Henri Violle* .. 1524
Physiologie végétale. — Action de la lumière émise par la lampe à mercure sur les solutions de chlorophylle; par MM. *H. Bierry* et *J. Larguier des Bancels* ... 124
— Sur l'adaptation chromatique complémentaire chez les végétaux; par M. *P.-A. Dangeard* ... 293
— De l'action exercée sur la végétation par une obscurité plus complète que l'obscurité courante des laboratoires; par M. *Jean Friedel* ... 825
— Sur la transpiration des plantes grasses; influence de la lumière; par M. *Leclerc du Sablon* ... 1236
— Mode d'action des lumières colorées sur les Chlamydomonas; par M. *P. Desroche* ... 1014
Voir *Phototropisme.*
— Sur les caractères des plantes arrosées à l'eau salée; par M. *Pierre Lesage* .. 196
— Action de diverses polyuréides et de l'acide hippurique sur le développement et la tubérisation du Radis; par M. *Marin Molliard* ... 958
— Sur la chlorose expérimentale du Maïs, par M. *P. Maze* ... 902
— Influence du goudronnage des routes sur la végétation des arbres du bois de Boulogne; par M. *C.-L. Gatin* ... 202
— Remarques à l'appui de la Communication de M. *C.-L. Gatin* intitulée : « Influence du goudronnage des routes sur la végétation des arbres du bois de Boulogne »; par M. *Edmond Perrier* ... 204
— Reproduction expérimentale des effets du goudronnage des routes sur la végétation avoisinante; par

Pages.
M. *C.-L. Gatin*.................. 688
Modifications anatomiques produites chez certains végétaux, par la poussière des routes goudronnées; par MM. *C.-L. Gatin* et *Fluteaux*...... 1020
Voir *Graine*.

PHYSIQUE.

— M. *H. Poincaré* présente à l'Académie les œuvres posthumes de *W. Ritz*.. 924
— Machine à plan de référence électrique, propre à répéter une même translation donnée; par M. *A. Guillet*.......................... 1137
Voir *Acoustique*, *Chaleur*, *Electricité*, *Magnétisme*.
Physique mathématique. — Sur certaines difficultés que présente l'emploi des développements exponentiels; par M. *André Léauté*..... 1064
Voir *Analyse mathématique*, *Hydrodynamique*, *Optique*, *Rayonnement*, *Ultraviolet*.
Physique météorologique. — Sur un spectre météorique de la Tour Eiffel observé en 1900; par M. *A. Chauveau*.......................... 1048
Physique moléculaire. — Polymorphisme et orientations moléculaires; par M. *Marcel Brillouin*.......... 240
— Éléments cristallins et orientations moléculaires; par M. *Marcel Brillouin*.......................... 380

PHYSIQUE DU GLOBE.

— L'ammoniaque dans les pluies et les neiges des stations d'observation dans la Mission Charcot; par MM. *A. Müntz* et *E. Lainé*.............. 749
— La proportion d'acide carbonique dans l'air des régions antarctiques; par MM. *A. Müntz* et *E. Lainé*.... 1116
— Sur la distribution de la chaleur solaire à la surface de la France; par M. *Julien Loisel*................ 1535
Voir *Météorologie*, *Sismologie*.

Pigments. — Sur les pigments mélaniques d'origine animale; par M. *Maurice Piettre*.............. 782

Pages.
Voir *Adrénaline*, *Anatomie végétale*, *Chimie physiologique*, *Chimie végétale*.
Plankton. — Voir *Algues*.
Plis cachetés. — M. *Gandillot* demande l'ouverture d'un pli cacheté contenant un Mémoire intitulé « Hélices ». 1445
Poids atomiques et moléculaires. — Sur le poids atomique des éléments dominants; par M. *G.-D. Hinrichs*.. 817
— Poids moléculaire de la chaux, poids atomique du calcium; par M. *Œchsner de Coninck*.......... 1479
— Sur le poids moléculaire de l'émanation du thorium; par Mlle *May Sybil Leslie*.......................... 328
Poissons. — Sur quelques particularités de la faune antarctique, d'après la collection de Poissons récemment recueillie par l'Expédition française du *Pourquoi-Pas?*; par M. *Louis Roule*.......................... 80
— Sur quelques larves de Poissons apodes; par M. *Louis Roule*........ 732
— La distribution des Poissons d'eau douce en Afrique; par M. *Jacques Pellegrin*...................... 297
Pouvoir rotatoire. — Pouvoir rotatoire spécifique du camphre dissous dans l'acétone; par M. *H. Malosse*.. 56
— Étude du dichroïsme rotatoire d'un composé organique défini (diphényl-*l*-bornyldithionuréthane); par M. *G. Bruhat*.......................... 248
— Dichroïsme circulaire et dispersion rotatoire; par M. *A. Cotton*........ 245
Voir *Cétones*.
Prix décernés. — Prix Francœur, le prix est attribué à M. *Emile Lemoine*.... 1275
— Prix Bordin, le prix est décerné à M. *A. Demoulin*................ 1275
— Prix Montyon, le prix est décerné à M. *Jouguet*. Une *Récompense* de 500 fr est accordée à M. *Duchêne*... 1279
— Prix Poncelet, le prix est décerné à M. Rateau...................... 1281
— Prix Vaillant, le prix de 1909 prorogé à 1911, est partagé entre MM. *Charles Doyère* et *Henri Willotte*........... 1281
— Prix Vaillant, le prix de 1911 est décerné à M. *Liénard*.............. 1286
— Prix extraordinaire de la Marine, l'Académie décerne : un prix de 1500 fr à M. *Charles Doyère*; un prix

Pages.

de 1000 fr à M. *H. Roussilhe;* un prix de 1000 fr à M. *Leparmentier;* un prix de 1000 fr à M. *G. Simonot;* un prix de 750 fr à M. *Pierre Lemaire;* un prix de 750 fr à M. *E. Perret*.... 1289
— Prix Plumey, un prix de 1000 fr est décerné à M. *R. Lelong*.......... 1296
— Prix Pierre Guzman, le prix n'est pas décerné 1297
— Prix Lalande, le prix est décerné à M. *Lewis Boss* 1298
— Prix Valz, le prix est décerné à M. *G. Rambaud* 1299
— Prix G. de Pontécoulant, le prix est décerné à M. *L. Schulof*......... 1300
— Prix Damoiseau : 1° le prix de 1908, prorogé à 1909 et prorogé de nouveau à 1911, est partagé entre MM. *Millosewitch, Witt, Lagarde;* 2° Prix de 1911. Question posée : *Perfectionner les « Tables de Jupiter »* de *Le Verrier.* Le prix n'est pas décerné. La question est remise au concours pour l'année 1914........ 1300
— Prix Tchihatchef, le prix est partagé entre M. *de Schokalsky* et MM. *Deprat* et *Mansuy* 1304
— Prix Gay, le prix est décerné à M. *Paul Lemoine* 1307
— Prix Hébert, le prix est décerné à M. *G.-A. Hemsalech* 1309
— Prix Hughes, le prix est décerné à M. *Charles Féry* 1311
— Prix Gaston Planté, le prix est décerné à M. *Paul Janet*.......... 1311
— Prix Jecker, le prix est partagé. Un prix de 5000 fr est décerné à M. *Darzens;* un prix de 2500 fr est décerné à M. *Fosse;* un prix de 2500 fr est décerné à M. *Tiffeneau*............ 1343
— Prix Cahours, le prix est partagé également entre M. *Louis Hackspill* et M. *Richard* 1318
— Prix Berthelot, le prix est décerné à M. *André Wahl* 1318
— Prix Montyon (Arts insalubres), le prix est décerné à M. *Tissot*....... 1318
— Prix Delesse, le prix est décerné à M. *Albert Michel-Lévy* 1320
— Prix Joseph Labbé, le prix est décerné à M. *René Nicklès* 1322
— Prix Fontannes, le prix est décerné à M. *Cossmann* 1324
— Prix Victor Raulin, le prix annuel, à sujets alternatifs, destiné en 1911 à récompenser des *travaux relatifs à la Géologie et à la Paléontologie*, est décerné à M. *Emmanuel de Margerie.* 1325
— Prix Desmazières, le prix est décerné à M. *C. Sauvageau* 1327
— Prix Montagne, le prix n'est pas décerné. Un *Encouragement* de 500 fr est accordé à M. *Jean Beauverie.* Un *Encouragement* de 500 fr est accordé à M. *Antoine Lauby*............. 1329
— Prix de Coincy, le prix est décerné à M. *Achille Finet.* 1331
— Grand prix des Sciences physiques, le prix est décerné à M. *Raoul Anthony.* 1332
— Prix Savigny, le prix est décerné à M. *Ferdinand Canu* 1336
— Prix Cuvier, le prix est décerné à M. *L. Cuénot*.................... 1337
— Prix Montyon, trois prix, de 2500 fr chacun, sont décernés à MM. *L. Testut* et *O. Jacob, Alexandre Besredka, E. Cassaet.* Trois mentions de 1500 fr chacune, sont accordées à MM. *Pierre Nolf, Emile Feuillié, E. Sacquépée.* Des citations sont accordées à MM. *Léopold-Lévi* et *H. de Rotschild, S. Mercadé, G. Faroy, L. Panisset*........................ 1342
— Prix Barbier, le prix est décerné à M. *H. Guilleminot* 1347
— Prix Bréant, le prix n'est pas décerné. L'Académie décerne, sur les arrérages de la Fondation, un prix de 2000 fr à MM. *Auclair* et *Louis Paris;* un prix de 2000 fr à M. *Dopter;* un prix de 1000 fr à M. *M. Duvoir*.... 1348
— Prix Godard, le prix est décerné à M. *J.-L. Chirié* 1352
— Prix du Baron Larrey, le prix est décerné à M. *Henri Coullaud* et *Etienne Ginestous;* une mention très honorable est accordée à M. *Maurice Boigey* 1353
— Prix Bellion, le prix est partagé entre M. et Mme *Henri*, d'une part, et MM. *Courmont* et *Nogier*, d'autre part.. 1354
— Prix Mège, le prix n'est pas décerné; le prix annuel (300 fr), représenté par les arrérages de la Fondation, est décerné à MM. *P. Nobécourt* et *Prosper Mercklen* 1356
— Prix Chaussier, le prix est décerné à M. *A. Imbert* 1357

Pages.
— Prix Montyon (Physiologie expérimentale), le prix, d'une valeur de 750 fr, a été porté pour cette année à 1000 fr. Le prix est partagé entre MM. *Marage* et *Raoul Combes* 1359
— Prix Philipeaux, le prix est partagé entre Mme *Z. Gruzewska* et M. *Maurice Piettre* 1363
— Prix Lallemand, le prix est décerné à M. *Henri Piéron;* une mention très honorable est accordée à M. *Maurice Brissot;* une mention honorable est accordée à M. *J. Lévy-Valensi* 1364
— Prix Pourat, le prix de 1909, prorogé à 1911, n'est pas décerné; le prix de 1911 n'est pas décerné 1366
— Prix Montyon (Statistique), le prix, d'une valeur de 1000 fr, est décerné à M. *René Risser;* une mention, d'une valeur de 500 fr, est accordée à M. *Charles Heyraud* 1367
— Prix Binoux (Histoire des Sciences), le prix, d'une valeur de 2000 fr, a été porté cette année à 3000 fr; il est partagé entre M. *Antonio Favaro* et M. *Edmond Bonnet* 1373
— Médaille Berthelot, des médailles Berthelot sont décernées aux lauréats des prix de Chimie, qui ne l'ont pas encore obtenue, MM. *Darzens, Tiffeneau, Tissot, André Wahl, Louis Hackspill, Richard* 1373
— Prix Gegner, ce prix, d'une valeur de 3800 fr, est porté pour cette année à 4000 fr. Le prix est attribué à M. *J.-H. Fabre*, Correspondant de l'Académie 1374
— Prix Trémont, le prix est attribué à M. *Charles Frémont* 1374
— Prix Lannelongue, les arrérages de cette Fondation sont partagés entre Mme *Cusco* et Mme *Ruck* 1374
— Prix Wilde un prix de 2000 fr est décerné à M. *Stefanik;* un prix de 2000 fr est décerné à M. *A. Trillat* .. 1374
— Prix Lonchampt, le prix est décerné à M. *Mazé* 1375
— Prix Saintour, le prix est décerné à M. *Jules Drach* 1377
— Prix Fanny Emden, le prix n'est pas décerné. Un encouragement, avec allocation de 2000 fr, est accordé à M. *Emile Boirac*, Correspondant de l'Institut; un encouragement, avec allocation de 1000 fr, est accordé à M. *J. Ochorowicz* 1878
— Prix Pierson-Perrin, le prix est décerné à feu M. *Henri Pellat*........ 1380
— Prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques), le prix est décerné à feu M. *Jules Tannery*, de son vivant Membre de l'Académie 1308
— Prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles , le prix est décerné à M. *Depéret*, Correspondant de l'Académie. 1380
— Prix Serres, le prix est décerné à M. *L. Vialleton*................. 1384
— Prix Jean Reynaud, le prix est décerné à M. *Emile Picard*, Membre de l'Académie 1387
— Prix du Baron de Joest, le prix, d'une valeur de 2000 fr, est porté à 4000 fr au moyen des arrérages de la Fondation Leconte. Un prix de 2000 fr est décerné à M. *H. Mouton*. Un prix de 2000 fr est décerné à M. *Charles Tellier* 1388
— Prix Leconte, le prix est prorogé à l'année 1912 1391
— Prix Laplace (les Œuvres de Laplace) le prix est décerné à M. *Georges Perrin* 1391
— Prix Félix Rivot, le prix est partagé entre MM. *Georges Perrin, François Walckenaer, Henri Terrisse, Jacques Denis* 1392
— Fonds Bonaparte, des subventions sont accordées à MM. *Hartmann, Alluaud, Barbieri, Broca (André), Krempf, Sollaud, Topsent, Buisson* et *Fabry, Gaubert, Houard, Moureu*... 1392
PROTOZOAIRES. — Voir *Parasites*.

R

RADIOGRAPHIE. — La radiographie instantanée du diaphragme chez les tabétiques; par M. *Cluzet* 1512
RADIOACTIVITÉ. — Action de l'émanation du radium sur les sels de thorium; par M. *Herschfinkel* 255
Voir *Poids atomiques*.
— Action du niton (émanation du ra-

Pages.

dium) sur les sels de thorium; par Sir *William Ramsay* 373
— Sur les rayons β de la famille du radium; par M. *Danysz*.............. 339
— Sur les rayons β de la famille du radium; par M. *J. Danysz* 1066
— Sur la quantité d'émanation du radium dégagée par l'une des sources de Colombières-sur-Orb (Hérault); par MM. *Jacques Danne* et *Victor Crémieu*............... 870
— Recherches sur la radioactivité des eaux de Vals-les-Bains; par MM. *Chaspoul* et *Jaubert de Beaujeu* 944

RADIUMTHÉRAPIE. — Radioactivité persistante de l'organisme sous l'influence des injections du radium insoluble. Sérothérapie radioactive; par MM. *H. Dominici*, *G. Petit* et *A. Jaboin*........................ 1509

RAYONNEMENT. — Sur la théorie des quanta; par M. *Poincaré*.......... 1103
— Sur la théorie du rayonnement; par M. *Edmond Bauer*............... 1466
— Sur le rayonnement des lampes à vapeur de mercure; par MM. *Ch. Fabry* et *H. Buisson*.............. 93
— Étude du rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz; par M. *Victor Henri*....... 265
— Influence de diverses conditions physiques sur le rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz; par M. *Victor Henri*. 426
Voir *Chaleur*, *Soleil*, *Ultraviolet*.

RAYONS CATHODIQUES. — Sur un cas particulier de l'action intercathodique; par M. *Gouy*.............. 1438
Voir *Soleil*.

RAYONS X. — Identification, par les rayons X, de cadavres carbonisés; par M. *Foveau de Courmelles*...... 693

RECUIT. — Voir *Aciers*.

RÈGLE DES PHASES. — Sur les points indifférents; par M. *Jouguet*....... 346

REPTILES. — Voir *Sérums*.

RÉSISTANCE ÉLECTRIQUE. — Résistivité et thermoélectricité du tantale; par M. *H. Pécheux*................. 1140
— Sur les variations de la conductibilité d'un corps phosphorescent sous l'action de la lumière; par M. *P. Vaillant*...................... 1141
— Sur la conductibilité de l'éther pur; par M. *J. Carvallo*............... 1144
Voir *Aciers*, *Thermoélectricité*.

S

SANG. — De l'action des sels sur la coagulation du sang; par M. *C. Gessard*. 1241
Voir *Adrénaline*, *Circulation*, *Médecine légale*, *Pathologie*.

SÉRIES. — Sur quelques généralisations d'un théorème de Weierstrass; par M. *Michel Fekete*.............. 463
— Sur la sommabilité de la série de Taylor; par M. *Paul Dienes*......... 802

SERPENTS. — Voir *Sérums*, *Venins*.

SÉRUMS. — De la spécificité des sérums antivenimeux. Sérum anticobraïque et venins d'Hamadryas (*Naja bungarus*) et de Krait (*Bungarus cæruleus*); par M. *Maurice Arthus*...... 394
— De la spécificité des sérums antivenimeux. Sérums anticobraïque, antibothropique et anticrotalique. Venins de *Lachesis lanceolatus*, de *Crotalus terrificus* et de *Crotalus adamanteus*; par M. *Maurice Arthus*. 1504
Voir *Radiumthérapie*, *Trypanosomes*, *Tuberculose*, *Venins*.

SINGES. — Voir *Trypanosomes*.

SISMOLOGIE. — Sur l'application de la suspension à la Cardan aux sismographes, par M. de *Montessus de Ballore*......................... 743
— Sur la répartition de l'instabilité sismique en Bolivie; par M. *Montessus de Ballore*...................... 988
— Le tremblement de terre du 16 novembre 1911; par M. *Alfred Angot*... 1045
— L'observation séismographique à Lille du tremblement de terre du 16 novembre 1911; par M. *H. Douxami*.......................... 1100
— Sur le tremblement de terre du 16 novembre par M. *E Rothé*........... 1192

SOLEIL. — Ionisation des gaz solaires. Relations entre le rayonnement et la rotation des corps célestes; par

Pages.

M. *H. Deslandres* 10
— Remarques sur les mouvements des protubérances solaires; par M. *H. Deslandres* 221
— Vitesse de rotation des filaments noirs dans la couche supérieure de l'atmosphère solaire; par MM. *H. Deslandres* et *L. d'Azambuja* 442
— Sur la spectroscopie solaire; par M. *A. Perot* 36
— Le Soleil et ses taches; par M. *Kr. Birkeland* 456
— Sur la constitution électrique du Soleil; par M. *Kr. Birkeland* 513
— Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de 1911, par M. *J. Guillaume* 754
— Sur la formation des soleils; par *Ch. André* 791
Voir *Cosmogonie*, *Physique du Globe*.

SOLENNITÉS SCIENTIFIQUES. — M. *le Président du Comité du monument Augustin Normand* invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration, au Havre, le 20 août.... 235
— *L'Université de Genève* adresse un Volume des « Actes du Jubilé de l'Université, 1909 ».............. 513
— M. *A. Haller* est désigné pour représenter l'Académie, à Turin, aux fêtes du centenaire d'*Avogadro* 567
— M. *Haller* rend compte de l'inauguration du monument d'*Avogadro* érigé sous les auspices de l'Académie royale de Turin................. 643
— M. *Bergonié*, Secrétaire du Comité du monument à *De Romas*, à Nérac, invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de ce monument.......................... 567
— M. *Armand Gautier*, président, et M. *d'Arsonval* sont désignés pour représenter l'Académie........... 567
— M. *le Président* rend compte de la fête scientifique donnée pour l'érection de la statue de *De Romas*, à Nérac. 748
— M. *Tisserand* est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé au colonel *Laussedat*, à Moulins 588

SOLUTIONS. — Sur la théorie des solutions; par *M. Albert Colson* 719
— La théorie des solutions et les chaleurs de dissolution; par M. *Albert Colson* 812
— La dissolécule et la formule de Van't Hoff; par M. *Albert Colson* 1074
— Au sujet de nouvelles hypothèses sur l'état moléculaire des corps en solution; par MM. *Pierre Girard* et *Victor Henri* 946
— Sur les équilibres chimiques en solution; par M *René Dubrisay* 1076
Voir *Capillarité*, *Osmose*.

SPECTRES. — Sur le spectre du glucinium et sur ses bandes, dans diverses sources lumineuses; par MM. *Lecoq de Boisbaudran* et *A. de Gramont*... 318
— Sur le spectre du pôle négatif de l'oxygène; par M. *F. Croze* 664
— Contribution à l'étude des effets spectraux des décharges électriques dans les gaz et les vapeurs; par M. *G. Millochau* 808
Voir *Algues*, *Comètes*, *Gaz rares*, *Soleil*, *Vénus*.

SUCRES. — Recherches sur la propriété glycogénique de la glucosamine; par M. *F. Rogozinski* 211

SYPHILIS. — Constatation du tréponème dans la syphilis tertiaire du rein, avec dégénérescence amyloïde; par M. *G. Faroy* 692
— Nouvelles recherches sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin; par MM. *L. Launoy* et *C. Levaditi* 1520

SYSTÈME MÉTRIQUE. — M. *le Président au Bureau des Longitudes* signale à l'Académie le vote, pas une Assemblée départementale, d'une motion contraire à l'ordonnance du système métrique 925
Voir *Comité international des Poids et Mesures*.

T

TÉLÉGRAPHIE. — Sur un moyen de supprimer les troubles causés aux lignes télégraphiques par les lignes d'énergie; par M. *Girousse* 97

Pages.

Voir *Electricité industrielle, Equations aux dérivées partielles.*

Télégraphie sans fil. — Sur les diverses méthodes de mesure de l'orientation en radiotélégraphie, dans le cas d'ondes entretenues; par M. *A. Blondel* 544

— Influence de l'amortissement des ondes dans l'emploi des cadres d'orientation en radiotélégraphie; par M. *P. Blondel* 593

— Utilisation des cadres d'orientation en radiotélégraphie pour la réception des trains périodiques d'ondes amorties; par M. *A. Blondel* 661

Voir *Astronomie, Géodésie.*

Tératologie. — Sur un monstre humain bicéphale; par MM. *R. Lacasse* et *A. Magnan* 730

— Un cas d'acéphalie humaine; par M. *A. Magnan* 970

— Xiphopages humains; par M. *A. Magnan* 834

— Sur les monstres paracéphaliens et acéphaliens; par M. *Étienne Rabaud.* 1247

Terpènes. — Sur un diméthyldipentène, produit de pyrogénation d'un diméthylcaoutchouc; par M. *A.-H. Richard* 116

Thérapeutique. — Sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin et de la spirillose brésilienne; par MM. *L. Launoy* et *C. Levaditi* 304

Voir *Gaz, Médecine, Sérums, Syphilis, Trypanosomes.*

Thermochimie. — De l'emploi de la combustion sous pression pour doser le carbone des aciers; par MM. *P. Mahler* et *E. Goutal* 549

Thermodynamique. — Sur la détente des vapeurs et la variation du rapport γ de leurs chaleurs spécifiques avec la température et la pression; par M. *A. Leduc* 51

Voir *Energétique, Règle des phases, Solutions.*

— Sur la notion de tension d'expansibilité; par M. *L. Gay* 262

— Sur la tension d'expansibilité d'un fluide normal; par M. *L. Gay* 722

Voir *Equation caractéristique, Règle des phases.*

Thermo-électricité. — Sur les propriétés électriques des métaux alcalins, du rhodium et de l'iridium; par MM. *Broniewski* et *Hackspill* 814

Thermomagnétisme. — Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite; par M. *Edm. van Aubel* .. 568

— *Errata* relatifs à cette Communication 642

Voir *Résistivité.*

Thiophène. — Sur les oxythiophènes; par M. *Maurice Lanfry* 73

— Sur les oxy-β-méthylthiophènes; par M. *Maurice Lanfry* 821

Travail. — Voir *Energétique physiologique.*

Toxines. — Influence de l'oxydation sur la toxicité de l'urohypotensine; par MM. *J.-E. Abelous* et *E. Bardier.* 122

Voir *Vaccins.*

Toxiques. — Action de l'eau de seltz sur le plomb, l'étain et l'antimoine. Causes d'intoxication par altération chimique; par M. *A. Barillé* ... 351

— Sur une Ericacée toxique, le Mapou (*Agauria pyrifolia* D. C.); par MM. *M. Radais* et *A. Sartory* 964

— Influence de la constitution chimique sur la toxicité des nitriles et des amides; par M. *A. Desgrez* 895

Voir *Champignons, Venins.*

Trempe. — Voir *Acier.*

Trypanosomes. — Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénazoxonium) sur les trypanosomes; par MM. *A. Laveran* et *Roudsky* 226

— Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénazoxonium) et de l'akridine (diphénylméthane) sur les trypanosomes; par MM. *A. Laveran* et *D. Roudsky* 916

— Les trypanosomes ont-ils des formes latentes chez leurs hôtes vertébrés? par M. *A. Laveran* 649

— Au sujet de *Trypanosoma rhodesiense* (Stephens et Fantham); par M. *A. Laveran* 1112

— Le diagnostic de la maladie du sommeil par l'examen des propriétés attachantes du sérum; par MM. *C. Levaditi* et *L. Muttermilch* 366

— De l'action des sérums de Primates sur le trypanosome humain de Rho-

Pages.

desia; par MM. *F. Mesnil* et *J. Ringenbach* 1097
TUBERCULOSE. — Sur la fonction antigène des tuberculines; par MM. *A. Calmette* et *L. Massol*............ 420
— Essais négatifs d'immunisation antituberculeuse par voie intestinale; par MM. *J. Courmont* et *A. Rochaix*. 397
— Coloration du bacille tuberculeux et granulations de Much. Non-spécificité de ces granulations; par MM. *A. Rochaix* et *G. Colin*....... 1530
— Vaccination et sérothérapie antituberculeuses; par M. *Rappin*..... 1095
Voir *Bactériologie*, *Lipoïdes*, *Photolyse*, *Rayonnement*.

U

ULTRAVIOLET. — Sur les variations de transparence du quartz pour la lumière ultraviolette, et sur la dissociation de la matière; par M. *Gustave Le Bon*.................... 49
URÉE. — Voir *Amides*, *Cétones*, *Chimie analytique*, *Physiologie végétale*, *Pouvoir rotatoire*.
URINE. — Voir *Albumine*.

V

VACCINS. — De la vaccination contre l'infection pyocyanique par la voie intestinale; par MM. *Jules Courmont* et *A. Rochaix*............. 131
VARIATIONS. — Voir *Cultures*, *Génétique*, *Greffe*.
VAPEURS.—Voir *Ions*, *Thermodynamique*.
VENINS. — Formation de substances hémolytiques et de substances toxiques aux dépens du vitellus de l'œuf soumis à l'action du cobra; par M. *C. Delezenne* et Mlle *Ledebt*.. 81
— Venins et antivenins, par M. *Maurice Arthus* et Mlle *Boleslawa*.......... 355
— Sur les intoxications par les venins de serpents; par M. *Maurice Arthus*. 482
Voir *Sérums*.
VAPEURS. — Voir *Densités*.
VÉNUS. — M. *Bigourdan* communique les résultats obtenus par M. *A. Belopolsky*, sur la durée de rotation de la planète Vénus sur elle-même.. 15
— Sur la durée de rotation de Vénus; par M. *Émile Belot*.............. 236
— Photographies de la planète Vénus, obtenues à l'Observatoire de Juvisy; par M. *F. Quénisset*............. 1208
VERS. — Analyse biologique d'une série d'expériences concernant l'avènement de la maturité sexuelle, la régénération et l'inanition chez les Némertiens, *Lineus ruber* (Mull.) et *Lineus lacteus* (Rathke); par M. *Mieczyslaw Oxner*............. 1168
Voir *Parasites*.
VERTÉBRÉS. — Les Vertébrés aquatiques du Sahara; par M. *Jacques Pellegrin*. 972
Voir *Trypanosomes*.
VIN. — Voir *Fermentations*.
VIGNE. — Voir *Insectes*, *Pathologie végétale*.
VISCOSITÉ. — De la viscosité dans le mouvement des membranes flexibles; par M. *Louis Roy*........... 1132
Voir *États correspondants*.
VISION. — Voir *Escargot*.

Z

ZOOLOGIE.

Double fonction des ovaires de quelques Polyclades; par M. *Paul Hallez*.... 141
— Sur l'Atlantide; par M. *Louis Germain*. 1035
Voir *Annélides*, *Biologie*, *Cerveau*, *Crustacés*, *Echinodermes*, *Insectes*, *Mollusques*, *Myriopodes*, *Oiseaux*, *Parasites*, *Paléontologie*, *Pathologie animale*, *Poissons*, *Serpents*, *Vers*, *Vertébrés*.

TABLE DES AUTEURS.

A

MM. Pages.
ABELOUS (J.-E) et BARDIER. — Influence de l'oxydation sur la toxicité de l'urohypotensine....... 122
ABOULENC (J.) et SENDERENS (J.-B.). — Éthérification catalytique, par voie humide, des acides bibasiques...................... 881
ABRAHAM (H.) et VILLARD (P.). — Mesures de potentiels explosifs entre 20 000 volts et 300 000 volts.. 1200
AGULHON (Henri). — Sur le mécanisme de la destruction des diastases par la lumière.................. 979
ANDRADE (Jules). — Sur un nouvel organe régulateur des chronomètres 496
ANDRÉ (Ch.). — Sur la Cosmogonie de Laplace.......................... 752
— Sur la formation des soleils........ 792
ANDRÉ (G.). — Sur les substances solubles, qu'on rencontre dans le plasma des tubercules de pommes de terre 1234
— Déplacement par l'eau des substances solubles contenues dans le plasma des tubercules de pommes de terre. 1497
ANGOT (Alfred). — Le tremblement de terre du 6 novembre 1911....... 1045
ANTHONY (Raoul.) — Le Grand Prix des Sciences physiques (Anatomie et Zoologie) lui est décerné...... 1332
ANTHONY (R.) et SANTA-MARIA (A.-S. de). — L'évolution du *gyrus reuniens* chez les Primates (l'insula antérieure et son operculisation)... 1250
ANTONIADI (E.-M.). — Observations de la planète Jupiter en 1911 avec l'équatorial de $0^{m},83$ de l'Observatoire de Meudon................ 1123
AMAGAT (E.-H.). — Sur la pression intérieure des fluides et la détermination du zéro absolu.............. 851
MM. Pages.
AMAR (Jules). — Sur la loi de la dépense postérieure au travail...... 79
APPELL (Paul). — Sur les fonctions θ de degrés supérieurs.............. 584
— Sur les fonctions θ du quatrième degré.......................... 617
ARSONVAL (d'). — Rapports sur les concours : du prix Barbier (Médecine et Chirurgie).................. 1347
— Du prix Montyon (Physiologie expérimentale)...................... 1359
— Du prix du baron de Joest.......... 1388
— Est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé à *De Romas*, à Nérac.. 567
ARTHUS (Maurice). — De la spécificité des sérums antivenimeux. Sérum anticobraïque et venins d'Hamadryas (*Naja bungarus*) et de Krait (*Bungarus cæruleus*)............ 394
— Sur les intoxications par les venins de serpents.................... 482
— De la spécificité des sérums antivenimeux. Sérums anticobraïque, antibothropique et anticrotalique. Venins de *Lachesis lanceolatus*, de *Crotalus terrificus* et de *Crotalus adamanteus*........................ 1504
ARTHUS (Maurice) et STAWSKA (Mlle Boleslawa). — Venins et antivenins...................... 355
AUBEL (Edm. van). — Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite........................ 331
— *Errata* relatifs à cette Communication........................... 492
— Sur le phénomène de Hall et l'effet thermomagnétique transversal dans le graphite..................... 568
— *Errata* relatifs à cette Communication.......................... 642

MM. Pages.
AUCLAIR et PARIS (Louis). — Une partie des arrérages du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) leur est attribuée.......... 1348
AUGER (V.). — Action de l'eau oxygénée sur les composés oxygénés de l'iode.......... 1005
AZAMBUJA (L. d') et DESLANDRES (H.). — Vitesse de rotation des filaments noirs dans la couche supérieure de l'atmosphère solaire..... 442

B

BAILLAUD (B.) présente le troisième Volume du « Catalogue photographique du Ciel », publié par l'Observatoire de Paris.......... 85
— Présentation de deux Volumes des « Annales de l'Observatoire de Paris ».......... 791
— Rapports sur les concours : du prix Lalande (Astronomie).......... 1298
— Du prix Damoiseau (Astronomie)... 1300
BALDET (F.) et BAUME PLUVINEL (A. de la). — Sur le spectre de la comète Kiess (1911 *b*).......... 459
BALDET (F.) et QUÉNISSET (F.). — Découverte d'une comète à l'observatoire Flammarion de Juvisy..... 589
— Observations du gegenschein....... 621
BAUME (Georges) et PERROT (F.-Louis). — *Errata* relatifs à une Communication du 19 juin 1911 intitulée « Courbes de fusibilité des mélanges gazeux ».......... 528
BARBIER (Ph.) et LOCQUIN (R.). — Transformation de quelques acides paraconiques substitués en acides cyclopropanedicarboniques isomères 188
BARDIER (E.) et ABELOUS (J.-E.). — Influence de l'oxydation sur la toxicité de l'urohypotensine....... 122
BARILLÉ (A.). — Action de l'eau de seltz sur le plomb, l'étain et l'antimoine. Causes d'intoxication par altération chimique.......... 351
BARRÉ (E.). — Sur les surfaces minima engendrées par une hélice circulaire.......... 1057
— *Errata* relatifs à cette Communication.......... 1262
— Sur les surfaces minima engendrées par des hélices circulaires......... 1461
BARROIS (Ch.). — Rapport sur le concours du prix Delesse (Minéralogie et Géologie).......... 1320
BARY (Paul) et WEYDERT (L.). — Caractère apparemment réversible de la réaction de vulcanisation du caoutchouc par le soufre.......... 676
BASIAUX (P.) adresse une Note intitulée « Stabilisateur automatique pour aéroplanes ».......... 1260
BASSET (J.). — Cause déterminante de la « fièvre typhoïde du cheval » (influenza, grippe, pasteurellose, pferdestaupe, pink eye).......... 485
BASSOT. — M. le Président souhaite la bienvenue au Prince *Galitzine* et au Père *Berloty*.......... 313
— Fait hommage à l'Académie du Tome XIV des « Annales de l'Observatoire de Nice ».......... 583
BAUDOUIN (A.) et CLAUDE (H.). — Sur les effets de certains extraits hypophysaires.......... 1513
BAUDOUIN (Marcel). — Étude de l'action sur le cerveau de la déformation annulaire du crâne des Gallo-Romains à l'aide des moulages intracraniens.......... 353
— Actions humaines *post-mortem* sur les ossements humains décarnisés des ossuaires de la Pierre polie........ 523
BAUER (Edmond). — Sur la théorie du rayonnement.......... 1466
BAUER (Édouard) et HALLER (A.). — Sur quelques cétones du type de la benzyldiméthylacétophénone. Acides trialcoylacétiques et alcools trialcoyléthyliques auxquels ils donnent naissance.......... 21
— Synthèses de dicétones substituées β, d'éthers-sels cétoniques et d'éthers énoliques au moyen de cétones sodées.......... 145
BAUME (Georges) et GERMANN (Albert F.-O.). — Courbes de fusibilité des mélanges gazeux : systèmes oxoniens formés par l'acétylène, l'éthylène, l'oxyde azotique et

MM. Pages.

l'oxyde de méthyle.............. 569

BAUME PLUVINEL (A. DE LA) et BALDET (F.). — Sur le spectre de la comète Kiess (1911 *b*).......... 459

BAYEUX (RAOUL). — Sur un appareil de précision pour l'emploi de l'oxygène gazeux en physiologie et en thérapeutique 999

BEAUVERIE (JEAN). — Un Encouragement lui est accordé dans le concours du prix Montagne (Botanique)......................... 1329

BECQUEREL (JEAN). — Sur la propagation de la lumière dans les corps fluorescents 936

BÉHAL prie l'Académie de le compter parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*.......... 863

— Est présenté en seconde ligne parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*.............. 1101

BÉHAL (A.) et DETŒUF (A.). — Nouveau dérivé de l'urée, la chlorurée.. 681

— Action de la monochlorurée sur les cétones 1229

BELOPOLSKY. — Voir *Bigourdan*.

BELOT (ÉMILE). — Sur la durée de rotation de Vénus..................... 236

BENOIST (L.). — Application de l'harmonica chimique à la chronophotographie.......................... 96

BERGET (ALPHONSE). — Une nouvelle machine à sonder................ 38

BERGONIÉ (J.). — Les échanges respiratoires dans le rhumatisme articulaire chronique et les modifications qu'ils subissent par l'exercice musculaire électriquement provoqué 129

— Invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument élevé à *De Romas*, à Nérac.... 567

BERNSTEIN est élu Correspondant dans la Section de Médecine et Chirurgie en remplacement de M. *Engelmann*, décédé................. 163

BERTHAULD (PIERRE). — Sur les variations des *Solanum* tubérifères... 827

BERTHELOT (ALBERT). — Recherches sur la flore intestinale. Isolement des microbes qui attaquent spécialement les produits ultimes de la digestion des protéiques.......... 306

BERTHELOT (DANIEL) et GAUDECHON (HENRY). — Sur la photolyse des alcools, des anhydrides d'acides, des éthers-oxydes et des éthers-sels par les rayons ultraviolets 383

— Sur la stabilité de divers types de poudre sans fumée vis-à-vis des rayons ultraviolets............... 1220

BERTIN (L.-E.) fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée : « Lois du mouvement de translation accéléré ou ralenti, consécutif à un changement de la puissance développée par le moteur d'un navire ».. 751

— Présente trois dessins d'anciens bâtiments destinés à paraître dans les « Souvenirs de Marine conservés » de l'amiral *Pâris*.................... 991

— Rapports sur les concours : du prix extraordinaire de la Marine (Navigation)......................... 1289

— Du prix Plumey (Navigation)...... 1296

— Du prix Tchihatchef (Géographie).. 1304

BERTRAND (GABRIEL) et COMPTON (ARTHUR). — Influence de la réaction du milieu sur l'activité de la cellase. Nouveau caractère distinctif avec l'émulsine................... 360

BERTRAND (GABRIEL) et ROSENBLATT (M. et Mme). — Activation de la sucrase par divers acides..... 1515

BERTRAND (LÉON) et TERMIER (PIERRE). — Sur la tectonique du pays basque français............ 919

BESREDKA (ALEXANDRE). — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est décerné.................. 1342

BESSON (A.). — Sur la formation d'eau oxygénée sous l'effluve électrique... 877

BESSON (E.). — Sur la dissymétrie des ions positifs et négatifs relativement à la condensation de la vapeur d'eau. 50

— *Errata* relatifs à cette Communication............................ 408

BIERRY (H.) et LARGUIER DES BANCELS (J.). — Action de la lumière émise par la lampe à mercure sur les solutions de chlorophylle.... 124

BIGOURDAN communique les résultats obtenus, par M. *A. Belopolsky*, sur la durée de rotation de la planète Vénus sur elle-même......... 15

MM. Pages.

— Offre à l'Académie, de la part de M. *Gravereaux*, la reproduction d'un dessin de 1737 315
— Fait hommage à l'Académie du Tome IV (1re Partie) de ses « Observations de Nébuleuses » 857
— Rapport sur le concours du prix Valz (Astronomie) 1299
BIRKELAND (Kr.). — Les anneaux de Saturne sont-ils dus à une radiation électrique de la planète? 375
— Le Soleil et ses taches 456
— Sur la constitution électrique du Soleil 513
— Phénomènes célestes et analogies expérimentales 938
BLAISE (E.-E.). — Sur les acides cétoglutariques et les acides-aldéhydes de la série succinique 71
BLOCH (O.) et WEISS (Pierre). — Sur l'aimantation du nickel, du cobalt et des alliages de nickel et de cobalt 941
BLONDEL (André). — Sur les diverses méthodes de mesure de l'orientation en radiotélégraphie, dans le cas d'ondes entretenues 544
— Influence de l'amortissement des ondes dans l'emploi des cadres d'orientation en radiotélégraphie... 593
— Utilisation des cadres d'orientation en radiotélégraphie pour la réception des trains périodiques d'ondes amorties 661
BLONDEL (André) et REY (J.). — Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée.... 54
BLONDEL (A.). — Sur les valeurs singulières des noyaux non symétriques 1456
BODROUX (F.). — Action des aldéhydes anisique et pipéronylique sur le dérivé sodé du cyanure de benzyle 350
— et TABOURY (F.). — Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur le cyclohexanol et sur la cyclohexanone 349
BOHN (Georges) et DRZEWINA (Mme Anna). — Modifications rapides de la forme sous l'influence de la privation d'oxygène chez une Méduse, *Eleutheria dichotoma* Quatref 1030
BOIGEY (Maurice). — Une mention très honorable lui est accordée dans le concours du prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie) 1353
BOIRAC (Émile). — Un encouragement lui est accordé dans le concours du prix Fanny Emden 1378
BOISMENU (Étienne). — Sur les amides hypobromeux 678
— Sur les amides hypoiodeux 948
— Sur les amides hypochloreux 1482
BOLLEMONT (E. Grégoire de) et REBOUL (G.). — Transport de particules métalliques sous l'action de la chaleur 628
BONAPARTE (Le prince Roland) fait hommage d'une Note imprimée sous le titre de : « Fougères récoltées par M. Alluaud dans l'Afrique orientale en 1908-1909 » 652
— Rapport sur le concours du prix Gay (Géographie) 1307
— Met à la disposition de l'Académie une somme de 250000fr, destinée à faciliter les recherches scientifiques. 1047
BONNEROT (S.) et CHARPY (G.). — Sur la cémentation du fer par le carbone solide 671
BONNET (Edmond). — Une partie du prix Binoux (Histoire des Sciences) lui est attribuée 1373
BONNIER (G.) fait hommage à l'Académie du premier fascicule de la « Flore complète, illustrée en couleurs, de France, Suisse et Belgique ». 86
— Rapport sur le concours du prix de Coincy (Botanique) 1331
BORDAS. — Considérations sur les réactifs employés pour la détermination des taches de sang en médecine légale 302
BORNET. — Sa mort est annoncée à l'Académie. 1435
BORRELLY. — Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes 164
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes. 327
— Observations de la comète Quénisset (1911 *f*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes. 621
— Observations de la comète Beljawsky (1911 *g*), faites à l'Observa-

MM. Pages.
toire de Marseille, au chercheur de comètes.......................... 702
— Observations de la comète périodique Borrelly (1911 *e*), faites à l'Observatoire de Marseille, au chercheur de comètes.......................... 995
BOSLER (J.). — Sur le spectre de la comète de Brooks.................. 756
BOSS (LEWIS). — Le prix Lalande (Astronomie) lui est décerné....... 1298
BOTHEZAT (GEORGES DE). — Méthode pour l'étude expérimentale de l'amortissement des oscillations de certains systèmes en mouvement dans un fluide.............. 466
BOUCHARD (CH.). — Vitesse de régime des parachutes............. 699
— Rapports sur les concours : du prix Montyon (Médecine et Chirurgie).. 1342
— Du prix Mège (Médecine et Chirurgie).......................... 1356
— Du prix Chaussier (Médecine et Chirurgie)......................... 1357
BOUDIER (ÉMILE) fait hommage à l'Académie du Tome IV de ses « Icones mycologicæ »............ 618
BOUDOUARD (O.). — Résistivité électrique des aciers spéciaux......... 1475
BOUGAULT (J.) et CHARAUX (C.). — Sur l'acide lactarinique, acide cétostéarique, retiré de quelques Champignons du genre *Lactarius*........ 572
— Sur l'acide lactarinique............ 880
BOULOUCH (R.). — La relation des sinus de Abbe est une condition de stigmatisme. Condition de l'aplanétisme vrai.................... 99
BOURGEOIS. — Détermination des coordonnées géographiques aux colonies en employant la Télégraphie sans fil. Essai de la méthode entre Paris (Observatoire) et Bruxelles (Palais de Laeken)............... 497
BOURION (F.) et DARZENS (G.). — Action du chlorure de thionyle sur les oxydes métalliques............ 270
BOURION (F.) et URBAIN (G.). — Sur le chlorure europeux.......... 1155
BOURQUELOT (ÉM.) et FICHTENHOLZ (Mlle A.). — Sur le glucoside des feuilles de poirier, sa présence dans les feuilles des diverses variétés; sa recherche dans le tronc et la racine.......................... 468

MM. Pages.
— Application de la méthode biochimique au *Kalmia latifolia* L., et obtention d'un nouveau glucoside.. 1500
BOUSSINESQ (J.). — Calcul de l'absorption dans les cristaux translucides, pour un pinceau de lumière parallèle...................... 16
— Vibrations spontanées d'une barre à bouts fixes et imperméables à la chaleur, qui se met en équilibre thermique avec une atmosphère à température constante.......... 409
— Vibrations spontanées d'une barre libre, se refroidissant par contact à ses extrémités et par rayonnement ou convection à sa surface latérale....................... 452
— Rapport sur les concours : du prix Poncelet (Mécanique)............ 1281
— Du prix Vaillant (Mécanique).... 1286
BOUTARIC (A.). — Cryoscopie dans l'hyposulfite de sodium fondu..... 876
BOUTAN (L.). — Sur les particularités relatives au mode de fixation du Crustacé *Gnathia Halidaii*........ 639
BOUVIER (E.-L.). — Rapport sur le concours du prix Savigny (Anatomie et Zoologie).............. 1336
BRANLY. — Rapport sur le concours du prix Gaston Planté (Physique).. 1311
BRILLOUIN (MARCEL). — Surfaces de glissement. Généralisation de la théorie d'Helmholtz............ 43
— Polymorphisme et orientations moléculaires........................ 240
— Éléments cristallins et orientations moléculaires.................. 380
— Méthode interférentielle pour la détermination des modules de torsion des cristaux.................. 710
BRISSOT (MAURICE). — Une mention dans le concours du prix Lallemand (Physiologie)............. 1366
BROCHET (ANDRÉ). — Sur la figuration des lignes équipotentielles dans un électrolyseur................. 1150
BRONIEWSKI et HACKSPILL. — Sur les propriétés électriques des métaux alcalins, du rhodium et de l'iridium....................... 814
BROUWER (L.-E.-J.). — Sur le théorème de M. Jordan dans l'espace à *n* dimensions..................... 542
BRUHAT (G.). — Étude du dichroïsme

MM. Pages.
rotatoire d'un composé organique défini (diphényl-*l*-bornyldithiouréthane) 248
BUISSON (H.) et FABRY (Ch.). — Sur le rayonnement des lampes à vapeur de mercure 93
— Sur la dépense d'énergie nécessaire pour produire l'unité d'intensité lumineuse 254

C

CAILLE (E.). — Sur une technique de la réaction de Friedel et Crafts permettant de préparer les cétones α-naphtaléniques à l'exclusion des isomères β 393
CALMETTE (A.) et MASSOL (L.). — Sur la fonction antigène des tuberculines 420
CANU (Ferdinand). — Le prix Savigny (Anatomie et Zoologie) lui est décerné 1336
CARDOSO (Ettore). — Sur les densités des phases coexistantes (densités orthobares) et le diamètre de l'anhydride sulfureux au voisinage du point critique 257
CARDOT (Jules). — Sur les Mousses rapportées par l'Expédition antarctique du *Pourquoi-Pas?* 599
CARPENTIER (J.) est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument *Laussedat* 423
CARVALLO (J.). — Sur la conductibilité de l'éther pur 1144
CASSAËT (E.). — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) lui est décerné 1342
CAYEUX (L.). — Existence de restes organiques dans les roches ferrugineuses associées aux minerais de fer huroniens des États-Unis 910
— Comparaison entre les minerais de fer huroniens des États-Unis et les minerais de fer oolithique de France 1188
CÉPÈDE (Casimir). — Le cycle évolutif et les affinités systématiques de l'Haplosporidie des *Donax* 507
CHABLAY (E.). — Sur l'emploi de l'ammoniac liquide dans les réactions chimiques. Recherches sur les alcoolates 819
— Recherches sur les alcoolates métalliques 953
CHARAUX (C.) et BOUGAULT (J.). — Sur l'acide lactarinique, acide cétostéarique, retiré de quelques Champignons du genre *Lactarius* 572
— Sur l'acide lactarinique 880
CHARCOT (J.-B.). — Le Laboratoire des recherches maritimes scientifiques du *Pourquoi-Pas?* 992
CHARPY (G.) et BONNEROT (S.). — Sur la cémentation du fer par le carbone solide 671
CHASPOUL et JAUBERT DE BEAUJEU. — Recherches sur la radioactivité des eaux de Vals-les-Bains ... 944
CHATTON (Édouard). — Sur divers parasites de Copépodes pélagiques, observés par M. Apstein 474
CHAUSSÉ (P.). — *Errata* relatifs à une Communication du 3 avril 1911, intitulée : « Dans les conditions normales, le Chien guérit sa tuberculose mésentérique occulte expérimentale » 440
CHAUVEAU (A.). — Sur un spectre météorique de la tour Eiffel, observé en 1900 1048
— Rapports sur les concours : du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) 1348
— Du prix Bellion (Médecine et Chirurgie) 1354
CHAUVENET (Ed.). — Sur les carbonates de thorium 66
CHAVANNE (G.). — Acide isopyromucique. Action des agents d'oxydation. Dialdéhydes bibromomaléique et bromoxymaléique 185
CHESNEAU (G.). — Sur l'analyse des sables monazités 429
CHEVREUX (Ed.). — Sur les Amphipodes des Expéditions antarctiques françaises 1166
CHIRIÉ (J.-L.). — Le prix Godard (Médecine et Chirurgie) lui est décerné 1352
CHOFARDET (P.). — Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites à

MM. Pages.
l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de $0^m,33$ d'ouverture).. 167
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de $0^m,33$ d'ouverture)... 380
— Observations de la comète Quénisset (1911 *f*), faites à l'Observatoire de Besançon (équatorial coudé de $0^m,33$ d'ouverture)... 658
CHRÉTIEN (H.) et LAGRULA (J.-Ph.). — Sur la comète Kiess (1911 *b*.). Son aspect photographique et son spectre... 378
— Sur la comète Brooks (1911 *c*). Son aspect photographique et son spectre... 926
CLAIRIN (J.). — Sur les transformations de Bäcklund de première espèce... 39
CLAUDE (Georges). — Sur la volatilisation des électrodes dans les tubes à néon... 713
— Sur la fabrication industrielle de l'azote pur... 764
CLAUDE (H.) et BAUDOUIN (A.). — Sur les effets de certains extraits hypophysaires... 1513
CLUZET. — La radiographie instantanée du diaphragme chez les tabétiques... 1512
COLIN (G.) et ROCHAIX (A.). — Action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la colorabilité des bacilles acido-résistants... 1253
— Coloration du bacille tuberculeux et granulations de Much. Non-spécificité de ces granulations... 1530
COLIN (H.) et SÉNÉCHAL (A.). — Oxydation catalytique des phénols en présence des sels de fer... 76
— Action des acides sur l'oxydation catalytique des phénols par les sels ferriques... 282
COLSON (Albert). — Sur la théorie des solutions... 719
— La théorie des solutions et les chaleurs de dissolution... 812
— La dissolécule et la formule de Van't Hoff... 1074
— Prie l'Académie de le compter parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*... 925
— Est présenté en seconde ligne parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*... 1101
COMBES (Raoul). — Recherches sur la formation des pigments anthocyaniques... 886
— Une partie du prix Montyon (Physiologie) lui est attribuée... 1360
COMITÉ EXÉCUTIF DU VIIIe CONGRÈS INTERNATIONAL DE CHIMIE APPLIQUÉE (LE) invite l'Académie à se faire représenter à ce Congrès à Washington et à New-York, en septembre 1912... 589
COMMONT (V.). — Chronologie des industries protohistoriques, néolithiques et paléolithiques, et stratigraphie des dépôts holocènes et pléistocènes du nord de la France.. 1256
— Sur l'âge géologique des squelettes quaternaires... 1534
COMPTON (Arthur) et BERTRAND (Gabriel). — Influence de la réaction du milieu sur l'activité de la cellase. Nouveau caractère distinctif avec l'émulsine... 360
COMPTON (Arthur) et FROUIN (Albert). — Inactivation de la trypsine par dialyse vis-à-vis de l'eau distillée; réactivation de cette diastase par addition de sels... 1032
CONOR (A.), CONSEIL (E.) et NICOLLE (Charles). — Sur la nature et le siège de l'agent pathogène du typhus exanthématique... 578
CONSEIL (E.), NICOLLE (Charles) et CONOR (A.). — Sur la nature et le siège de l'agent pathogène du typhus exanthématique... 578
CONSEIL (E.) et NICOLLE (Ch.). — Reproduction expérimentale de la rougeole chez le Bonnet chinois. Virulence du sang des malades, 24 heures avant le début de l'éruption... 1522
CORNEC (Eugène). — Étude cryoscopique de quelques acides minéraux et de quelques phénols... 341
COSSMANN. — Le prix Fontannes (Minéralogie et Géologie) lui est décerné... 1324
COTTON (A.). — Dichroïsme circulaire

MM. Pages.

et dispersion rotatoire............ 245
COTTON (Émile). — Sur l'instabilité de l'équilibre.................. 1059
COUPIN (Henri). — Sur la localisation des pigments dans le tégument des graines de Haricots............. 1489
COULLAUD (Henri) et GINESTOUS (Étienne). — Le prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie) lui est décerné.................... 1353
COURMONT et NOGIER. — Une partie du prix Bellion (Médecine et Chirurgie) leur est attribuée.......... 1354
COURTY (F.) et PICART (L.). — Observations de la comète Brooks (1911 c), faites à l'Observatoire de Bordeaux (équatorial de $0^m,38$).... 237
COURTY (F.) et ESCLANGON. — Observations de la comète Quénisset et de la comète Brooks, faites au grand équatorial ($0^m,38$) de l'Observatoire de Bordeaux............. 619

MM. Pages.

COURMONT (Jules) et ROCHAIX (A.). — De la vaccination contre l'infection pyocyanique, par la voie intestinale.................... 131
— Essais négatifs d'immunisation antituberculeuse, par voie intestinale.. 397
— De la durée de l'immunisation, par voie intestinale, contre l'infection éberthienne expérimentale chez le lapin.......................... 1087
CRÉMIEU (Victor) et DANNE (Jacques). — Sur la quantité d'émanation du radium dégagée par l'une des sources de Colombières-sur-Orb (Hérault).......................... 870
CROZE (F.). — Sur le spectre du pôle négatif de l'oxygène............ 664
CUSCO (Mme). — Une partie des arrérages du prix Lannelongue lui est accordée........................ 1374
CUÉNOT (L.). — Le prix Cuvier (Anatomie et Zoologie) lui est décerné.. 1337

D

DANGEARD (P.-A.). — Sur l'adaptation chromatique complémentaire chez les végétaux............. 293
— Sur les sulfuraires................ 963
DANIEL-BRUNET (A.) et ROLLAND (C.). — De l'influence du sexe et de la castration sur le dosage des lipoïdes de la bile chez les Bovidés... 214
— Contribution à l'étude chimique et physiologique de la glande hépatique des Bovidés............. 900
DANNE (Jacques) et CRÉMIEU (Victor). — Sur la quantité d'émanation du radium dégagé par l'une des sources de Colombières-sur-Orb (Hérault)...................... 870
DANTONY (E.) et VERMOREL. — Le soufre mouillable............. 194
DANYSZ. — Sur les rayons β de la famille du radium................ 339
— Sur les rayons β de la famille du radium........................ 1066
DARBOUX (Gaston). — Rapport sur les concours : du prix Francœur (Géométrie)..................... 1275
— Du prix Bordin (Géométrie)........ 1275
— Du prix Binoux (Histoire des Sciences)....................... 1373
— Du prix Gegner.................. 1374
— Du prix Trémont................ 1374
— Du prix Lannelongue............. 1374
— Du prix Wilde.................. 1374
— Du prix Saintour................ 1377
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques)................ 1380
— Du prix Jean Raynaud........... 1387
— Du prix du baron de Joest......... 1388
— M. *le Secrétaire perpétuel* présente le premier Volume des « Procès-verbaux des séances de l'Académie des Sciences tenues depuis la fondation de l'Institut jusqu'en 1835 »....... 5
— Annonce à l'Académie que le Tome 151 des *Comptes rendus* (1910, second semestre) est en distribution au Secrétariat.................. 145
— Présente un Volume intitulé : « Savants du jour, Gabriel Lippmann : Biographie, bibliographie analytique des écrits », par *Ernest Lebon*. 163
— Présente à l'Académie un Ouvrage intitulé : « Science et Philosophie », par *Jules Tannery*, avec une Notice par *Emile Borel*................ 991
— Fait hommage à l'Académie d'une brochure intitulée « Gustav Adolf

MM. Pages.

Hirn, sein Leben und seine Werke », par M. le Dr *Keller*.............. 1121
— Présente le Tome VI de la deuxième série des « Procès-verbaux du Comité international des Poids et Mesures » 9
— M. *le Secrétaire perpétuel* présente un Volume adressé par M. *G. Ciamician*, des « Atti della Societa italiana per il progresso delle Scienze »..... 163
— M. *le Secrétaire perpétuel* signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants : Le troisième fascicule du Tome III de la traduction française du « Traité de Physique » de *Chwolson*, 164. — Le Tome III de « La face de la Terre », par M. *Ed. Suess*, traduit par Emmanuel de Margerie, 235. — Un Volume de M. *Charles Caillard* intitulé : « Sur les mouvements de l'écorce terrestre et leurs causes », 374. — Le Tome I (1re série) des « Œuvres complètes d'Euler », 567. — Le fascicule VII (Tome I) de la « Flore générale de l'Indo-Chine », par M. *H. Lecomte*, 589. — Un Ouvrage de M. *G. Urbain*, et le Tome IV de l'« Inventaire des richesses d'Art de la France », 619. — Diverses publications de MM. *P.-H. Eykman*, *Jean Mascart* et de l'*Association internationale du Froid*, 702. — Diverses publications de M. *Ernest Lebon*, de M. *Gustave Pereire*, de la *Société de secours des Amis des Sciences*, de M. *Paul Lemoine*, de M. *P. Nicou*, de MM. *C. Mathis* et *Léger*, et de M. *Jacques Lœb*, 796. — Divers Rapports de MM. *Ch. Bioche*, *Albert de Saint-Germain*, *P. Rollet*, Mlle *Amieux;* un Ouvrage de M. *G. Le Cadet;* une publication relative à la Mission *Gruvel*, 925. — Divers Ouvrages de MM. *Auguste Pavie*, *H. Lantenois*, *H. Mansuy*, *G. Zeil*, *H. Lantenois* et *René Lamothe*, *Julien Constantin*, 1057. — Un Ouvrage de M. *Albert Maire* avec une Préface de M. *Pierre Duhem*...... 1208
DARWIN (Sir George Howard) fait hommage du Volume IV de ses « Scientific Papers »............. 162
DARZENS (G.) et BOURION (F.). — Action du chlorure de thionyle sur les oxydes métalliques............ 270
DARZENS. — Une partie du prix Jecker (Chimie) lui est attribuée......... 1313
— Une médaille Berthelot lui est décernée.......................... 1373
DARZENS (G.) et ROST (H.). — Synthèse de quelques nouvelles cétones hydro-aromatiques 772
DASTRE. — Rapports sur les concours : du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1344
— Du prix Bellion (Médecine et Chirurgie) 1354
— Du prix Philipeaux (Physiologie).... 1363
DAUTRICHE et TAFFANEL. — Sur le mode d'amorçage des explosifs.... 823
DECOMBE (L.). — Sur la chaleur de Siemens et la notion de capacité... 1469
DELAGE (Yves) fait hommage à l'Académie de la treizième année (1908) de l'« Année biologique».......... 1054
— Rapport sur le concours du prix Fanny Emden.................. 1378
DEHAUT (E.-G.) et TROUESSART (E.-L.). — Les Suidés sauvages et domestiques de la Sardaigne et de la Corse....................... 471
DELASSUS (Étienne). — Sur les intégrales linéaires des équations de Lagrange 40
— Sur les liaisons non linéaires........ 626
— Sur les liaisons non linéaires et les mouvements étudiés par M. Appell. 707
DELASSUS. — Influence de la suppression partielle des réserves de la graine sur le développement de la plante 1494
DELAVAL (H.) et KAYSER (E.). — Contribution à l'étude du pain visqueux 576
DELÉPINE (Marcel). — Sur les prétendus chlorures d'iridium; chlorures condensés................. 60
— Sur les sulfo-éthers-sels ou éthers thioniques R. CS. OR'........... 279
— Sur la volatilité des composés sulfurés 725
DELEZENNE (C.) et LEDEBT (Mlle). Formation de substances hémolytiques et de substances toxiques aux dépens du vitellus de l'œuf soumis à l'action du cobra........... 81
DELVALEZ (J.). — Sur la figuration

MM. Pages.
des lignes équipotentielles dans un électrolyseur. Réclamation de priorité 1474
DEMOULIN (A.). — Sur les surfaces R et les surfaces Ω 590
— Sur les surfaces R et les surfaces Ω 705
— Sur les surfaces R 797
— Sur les surfaces Ω 927
— Le prix Bordin (Géométrie) lui est décerné 1275
DENIS (JACQUES). — Une partie du prix Félix Rivot lui est attribuée 1392
DENJOY (ARNAUD). — Sur l'*Analysis situs* du plan 423
— Sur l'*Analysis situs* du plan 493
DEPÉRET (CH.). — Sur la découverte d'un grand Singe anthropoïde du genre *Dryopithecus* dans le Miocène moyen de la Grive-Saint-Alban (Isère) 32
— Le prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) lui est décerné 1380
DEPRAT et MANSUY. — Une partie du prix Tchihatchef (Géographie) leur est attribuée 1304
DESGREZ (A.). — Influence de la constitution chimique sur la toxicité des nitriles et des amides 895
DESGREZ et FEUILLIÉ. — Sur le dosage de l'urée 1007
DESGREZ, REGNIER (P.) et MOOG (R.). — Influence du chlorhydrate de triméthylamine sur les échanges nutritifs 1238
DESROCHE (P.). — Action des diverses radiations lumineuses sur le mouvement des zoospores de *Chlamydomonas* 829
— Mode d'action des lumières colorées sur les *Chlamydomonas* 1014
DESLANDRES (H.). — Ionisation des gaz solaires. Relations entre le rayonnement et la rotation des corps célestes 10
— Remarques sur les mouvements des protubérances solaires 221
— Fait hommage à l'Académie du Tome IV des « Annales de l'Observatoire de Meudon » 750
— Remarques sur la Communication de M. *E.-M. Antoniadi* intitulée : « Observations de la planète Jupiter en 1911, avec l'équatorial de $0^m,83$ de l'Observatoire de Meudon, et sur l'utilité de l'observation des planètes » 1126
DESLANDRES (H.) et AZAMBUJA (L. D'). — Vitesse de rotation des filaments noirs dans la couche supérieure de l'atmosphère solaire 442
DETŒUF (A.) et BÉHAL (A.). — Nouveau dérivé de l'urée, la chlorurée 681
— Action de la monochlorurée sur les cétones 1229
DIENES (PAUL). — Sur la sommabilité de la série de Taylor 802
DOMINICI (H.), PETIT (G.) et JABOIN (A.). — Radioactivité persistante de l'organisme sous l'influence des injections du radium insoluble. Sérothérapie radioactive 1509
DONNADIEU (A.) et MARIE (A.). — Leucogenèse et épithélium intestinal 832
DOPTER. — Une partie des arrérages du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) leur est attribuée 1348
DORLODOT (H. DE) et SALÉE (ACH). — Sur le synchronisme du Calcaire carbonifère du Boulonnais avec celui de la Belgique et de l'Angleterre 556
DOUVILLÉ (H.). — Les explorations géologiques de M. Perrier de la Bâthie à Madagascar 414
— Fait hommage d'un Ouvrage intitulé : « Les Foraminifères dans le Tertiaire des Philippines » 562
— Rapports sur les concours : du prix Fontannes (Minéralogie et Géologie), 1324
— Du prix Petit d'Ormoy (Sciences naturelles) 1380
DOUXAMI (H.). — L'observation séismographique à Lille du tremblement de terre du 16 novembre 1911 1100
DOYÈRE (CHARLES). — Une partie du prix Vaillant (Mécanique) lui est attribuée 1281
— Une partie du prix extraordinaire de la Marine lui est décernée 1289
DRACH (JULES). — Le prix Saintour lui est décerné 1377
DROUIN DE BOUVILLE (R. DE) et MERCIER (L.). — Sur la peste des Écrevisses du lac de Nantua 210
DRZEWINA (Mme ANNA) et BOHN (GEORGES). — Modifications rapides de la forme sous l'influence de la privation d'oxygène chez une mé-

MM. Pages.
duse, *Eleutheria dichotoma* Quatref. 1030
DUANE (William). — Sur la masse des ions gazeux... 336
DUBOIS (Raphaël). — Sur la fluorescence chez les insectes lumineux... 208
— Nouvelles recherches sur la lumière physiologique chez *Pholas dactylus*. 690
— Sur les microbioïdes... 905
— Atmolyse et atmolyseur... 1180
— Les vacuolides de la purpurase et la théorie vacuolidaire... 1507
DUBRISSAY (René). — Sur les équilibres chimiques en solution... 1076
DUCHÊNE. — Une récompense lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Mécanique)... 1279
DUCLAUX (Jacques). — Absorption des gaz par les corps poreux... 1217
DUHEM (P.) fait hommage à l'Académie du second et dernier Tome de son « Traité d'Énergétique ou de Thermodynamique générale »... 587
DUMESNIL (Ph.). — Sur la préparation de quelques acides benzyldialcoylacétiques dissymétriques... 111
DUMONT (J.). — Sur une nouvelle méthode d'analyse physique du sol... 889
DUNOYER (L.). — Recherches sur la fluorescence des vapeurs des métaux alcalins... 333
DUPONT (Georges). — Sur la préparation catalytique de quelques cétohydrofuranes substitués... 275
DUVAL (H.). — Réfraction moléculaire de composés azoïques... 874
DUVOIR. — Une partie des arrérages du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) lui est attribuée... 1348

E

EGINITIS (D.). — Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire d'Athènes, avec l'équatorial Doridis (Gautier $0^m,40$). 1445
ESCLANGON (Ernest). — Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux... 165
ESCLANGON et COURTY. — Observations de la comète Quénisset et de la comète Brooks, faites au grand équatorial ($0^m,38$) de l'Observatoire de Bordeaux... 619
ESMIOL. — Observations de la comète Kiess, faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de $0^m,26$ d'ouverture)... 165
— Observation de la comète Brooks (1911 *c*) faite à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens, $0^m,26$ d'ouverture)... 326
ESTANAVE (E.). — Synthèse des couleurs complémentaires par les réseaux lignés... 1464

F

FABRE (J.-H.). — Le prix Gegner lui est décerné... 1374
FABRY (Ch.) et BUISSON (H.). — Sur le rayonnement des lampes à vapeur de mercure... 93
— Sur la dépense d'énergie nécessaire pour produire l'unité d'intensité lumineuse... 254
FACCIN (Francesco) adresse une Note intitulée : « Théories nouvelles sur la nature et l'origine des comètes »... 1260
FAES (H.) adresse un Mémoire relatif à « La lutte contre le mildew »... 580
FAROY (G.). — Constatation du tréponème dans la syphilis tertiaire du rein, avec dégénérescence amyloïde... 692
— Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)... 1347
FAVARO (Antonio). — Une partie du prix Binoux (Histoire des Sciences) lui est attribuée... 1373
FAUCON (A.) et MASSOL (G.). — Sur la chaleur latente de fusion et la chaleur spécifique des acides gras... 268
FEKETE (Michel). — Sur quelques généralisations d'un théorème de Weierstrass... 463
FERNBACH (A.) et SCHŒN (M.). —

MM. Pages.

Quelques observations sur le mécanisme du fonctionnement des diastases protéolytiques............ 133
FÉRY (Charles). — Le prix Hughes (Physique) lui est décerné........ 1309
FEUILLIÉ (Émile). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie)........................ 1346
FEUILLIÉ et DESGREZ. — Sur le dosage de l'urée................ 1007
FEYTAUD (J.) et MARCHAL (Paul). — Sur un parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis.......... 633
FEYTIS (Mlle E.). — Étude magnétique du rôle de l'eau dans la constitution de quelques hydrates solides. 668
FLUTEAUX et GATIN (C.-L.). — Modifications anatomiques produites chez certains végétaux, par la poussière des routes goudronnées....... 1020
FICHTENHOLZ (Mlle A.) et BOURQUELOT (Ém.). — Sur le glucoside des feuilles de poirier, sa présence dans les feuilles des diverses variétés; sa recherche dans le tronc et la racine....................... 468
— Application de la méthode biochimique au *Kalmia latifolia* L., et obtention d'un nouveau glucoside... 1500
FINET (Achille). — Le prix de Coincy (Botanique) lui est décerné........ 1331
FORCRAND (De). — Sur les éthylates de calcium..................... 1441
FOREL (F.-A.). — La Fata-morgana.. 1054

MM. Pages.

FOSSE. — Une partie du prix Jecker (Chimie) lui est attribuée.......... 1313
FOUARD (Eugène). — L'osmométrie des solutions salines et la théorie des ions d'Arrhenius............ 769
— Sur le mécanisme de l'osmose....... 1152
FOURNIER. — Sur l'existence de la houille en Franche-Comté, à Saint-Germain, près de Lure (Haute-Saône)......................... 908
FOURNIER (Henri) adresse un Mémoire intitulé « Étude résumée du vol plané dans l'air agité et du vol à voile (Oiseaux) »............. 1537
FOVEAU DE COURMELLES. — Identification, par les rayons X, de cadavres carbonisés........... 693
FRÉMONT (Charles). — Le prix Trémont lui est décerné............. 1374
FREYCINET (De). — Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique)......................... 1367
FRIEDEL (Jean). — De l'action exercée sur la végétation par une obscurité plus complète que l'obscurité courante des laboratoires.......... 825
FROSSARD et MELCHISSÉDEC. — Sur la théorie mécanique de quelques tuyaux sonores............. 176
FROUIN (Albert) et COMPTON (Arthur). — Inactivation de la trypsine par dialyse vis-à-vis de l'eau distillée, réactivation de cette diastase par addition de sels.......... 1032

G

GAEHLINGER (H.) et TILMANT (A.). — De l'action caséifiante de certains lipoïdes.................... 982
GAMS (Alphonse) et PICTET (Amé). — Synthèse de la berbérine....... 386
GANDILLOT adresse une Note intitulée : « Sur la résistance de l'air et le vol des Oiseaux »............ 143
— Demande l'ouverture d'un pli cacheté contenant un Mémoire intitulé : « Hélices »...................... 1445
GARD. — La loi d'uniformité des hybrides de première génération est-elle absolue ?.................... 120
GARNIER (René). — Sur les simplifiés d'une classe de systèmes différentiels, dont l'intégrale générale a ses points critiques fixes............. 1449
GASCARD (A.). — Sur trois carbures saturés normaux : triacontane, tétratiacontane et hexatriacontane.. 1484
GATIN (Cl.). — Influence du goudronnage des routes sur la végétation des arbres du bois de Boulogne........ 202
— Reproduction expérimentale des effets du goudronnage des routes sur la végétation avoisinante......... 688
GATIN (C.-L.) et FLUTEAUX. — Modifications anatomiques produites, chez certains végétaux, par

MM. Pages.
la poussière des routes goudronnées. 1020
GAUBERT (P.). — Sur les indices de réfraction des cristaux liquides...... 573
— *Errata* relatifs à cette Communication.............................. 698
— Sur les édifices hélicoïdaux......... 683
— Sur les indices de réfraction des cristaux liquides mixtes............. 1158
GAUCHER (Louis). — Sur la digestion de la caséine..................... 891
GAUDECHON (Henry) et BERTHELOT (Daniel). — Sur la photolyse des alcools, des anhydrides d'acides, des éthers-sels oxydes et des éthers-sels par les rayons ultraviolets..... 383
— Sur la stabilité de divers types de poudre sans fumée, vis-à-vis des rayons ultraviolets.............. 1220
GAULT (H.). — Lactonisation des éthers α-cétoniques............... 107
GAUTIER (Armand). — Sur les mécanismes de la variation des races et les transformations moléculaires qui accompagnent ces variations...... 531
— Est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument élevé à *De Romas*, à Nérac......... 567
— Rend compte de la fête scientifique donnée pour l'érection de ce monument........................... 748
— Est élu membre de la deuxième Section de la Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques, à la place vacante par le décès de M. *L. Troost*................. 796
— M. *le Président* annonce à l'Académie la mort de M. *Albert Ladenburg*, Correspondant pour la Section de Chimie......................... 441
— Prononce l'éloge de MM. *Michel Lévy* et *Troost*...................... 611
— Exprime les regrets qu'inspire à l'Académie la mort de Sir *Joseph Dalton Hooker*, de MM. *Radau*, *Lannelongue* et *Bornet*............ 1435
— A propos de la catastrophe du cuirassé *La Liberté*, exprime au nom de l'Académie des Sciences toute la part qu'elle prend à ce deuil national.... 583
— Donne lecture d'une dépêche envoyée de Turin par M. *Guareschi* au nom des chimistes italiens, adressant leurs condoléances pour la catastrophe de la *Liberté*.......... 619
— Souhaite au nom de l'Académie la bienvenue aux savants venus à Paris, à l'occasion du Congrès des éphémérides astronomiques....... 747
— Donne lecture d'une lettre du Prince *Roland Bonaparte*, mettant à la disposition de l'Académie une somme de 250 000^{fr}, et lui adresse les remerciements de l'Académie........ 1047
GAY (L.). — Sur la notion de tension d'expansibilité.................... 262
— Sur la tension d'expansibilité d'un fluide normal...................... 722
GENTIL (Louis). — Le pays des Zaër (Maroc occidental)................ 839
GEORGEVITCH (Pierre). — Formation et germination des spores du *Bacillus thermophilus vragnensis* Georgevitch.................... 837
GERMAIN (Louis). — Sur l'Atlantide. 1035
GERMAIN (Albert F.-O.) et BAUME (Georges). — Courbes de fusibilité des mélanges gazeux : systèmes oxoniens formés par l'acétylène, l'éthylène, l'oxyde azotique et l'oxyde de méthyle.............. 569
GESSARD (C.). — De l'action des sels sur la coagulation du sang........ 1241
GIACOBINI. — Observations de la comète Kiess, faites à l'équatorial de la tour de l'Est, à l'Observatoire de Paris.......................... 166
— Observations de la comète Brooks (1911 *c*), faites à l'Observatoire de Paris.......................... 236
— Observations des comètes Quénisset (1911 *f*), et Béliawsky (1911 *g*), faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est de 0^{m},40 d'ouverture).............. 623
GINESTOUS (Étienne) et COULLAUD (Henri). — Le prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie) leur est décerné.......................... 1353
GIRARD (Pierre). — Sur le rôle prépondérant de deux facteurs électrostatiques dans l'osmose des solutions d'électrolytes. Mouvements osmotiques normaux............ 401
GIRARD (Pierre) et HENRI (Victor). — Au sujet de nouvelles hypothèses sur l'état moléculaire des corps en solution......................... 946
GIRONCOURT (G. de). — Sur le fro-

MM. Pages.
mage des Touareg ... 191
GIROUSSE. — Sur un moyen de supprimer les troubles causés aux lignes télégraphiques par les lignes d'énergie ... 97
— Sur la protection des installations à courant faible, contre les perturbations provoquées par les courants alternatifs ... 1135
GIURGEA (ÉMILE). — Recherches sur le phénomène de Kerr dans les vapeurs et les gaz ... 1461
GODCHOT (MARCEL) et TABOURY (FÉLIX). — Sur quelques dérivés de la cyclopentanone ... 1010
GODIN (PAUL). — Quelques conclusions de mes recherches sur la croissance chez l'homme, relatives à la puberté ... 967
GORIS (A.) et MASCRÉ (M.). — Sur la composition chimique de quelques Champignons supérieurs ... 1082
GOUPIL (B.). — Recherches sur l'*Amylomyces Rouxii* ... 1172
GOUTAL (E.) et MAHLER (P.). — De l'emploi de la combustion sous pression pour doser le carbone des aciers ... 549
GOUY. — Sur un cas particulier de l'action intercathodique ... 1438
GRAMONT (A. DE) et LECOQ DE BOISBAUDRAN. — Sur le spectre du glucinium et sur ses bandes, dans diverses sources lumineuses ... 318
GRAVIER (CH.). — Sur les Annélides Polychètes, rapportés par la seconde Expédition antarctique française (1908-1910) ... 693
— Sur quelques particularités biologiques de la faune annélidienne des mers antarctiques ... 778
— Sur le dimorphisme sexuel chez les Capitelliens ... 1162
GRIFFON (ED.). — Sur un cas singulier de variation par bourgeon chez le Pêcher ... 521
GRUZEWSKA (Mme Z.). — Une partie du prix Philipeaux (Physiologie) lui est attribuée ... 1363
GUÉPIN (A.) adresse une Note intitulée : « Sur la nature et les causes de l'hypertrophie prostatique » ... 312
— Adresse une Note intitulée : « Bactériologie clinique des prostatites aiguës et subaiguës » ... 1192
GUERBET (MARCEL). — Action de la potasse caustique sur les alcools primaires; préparation des acides correspondants ... 1487
GUICHARD (C.). — Sur une classe très étendue de systèmes triple-orthogonaux ... 858
GUICHARD (MARCEL). — Sur l'extraction des gaz du cuivre chauffé dans le vide ... 104
— Sur l'extraction des gaz du cuivre par réaction chimique et sur le dosage de l'oxygène ... 272
— Formation et décomposition de corps anhydres; cas de l'anhydride iodique ... 1226
GUIGNARD. — Rapports sur les concours : du prix Montyon (Physiologie expérimentale) ... 1359
— Du prix Lonchampt ... 1375
GUILLAUME (CH.-ÉD.). — Modifications que subissent les aciers au nickel, par l'effet de chauffes prolongées, ou sous l'action du temps ... 156
GUILLAUME (J.). — Observations de la comète Kiess (1911 *b*), faites à l'équatorial Brunner de l'Observatoire de Lyon ... 378
— Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le deuxième trimestre de 1911 ... 754
GUILLEMINOT (H.). — Le prix Barbier (Médecine et Chirurgie) lui est décerné ... 1347
GUILLET (A.). — Interrupteur de la bobine d'induction constitué par l'arc primaire ... 866
— Machine à plan de référence électrique, propre à répéter une même translation donnée ... 1137
GUILLIERMOND (A.). — Sur les mitochondries des cellules végétales ... 199
— Sur la formation des chloroleucites aux dépens des mitochondries ... 290
— Sur l'origine des leucoplastes et sur les processus cytologiques de l'élaboration de l'amidon dans le tubercule de pommes de terre ... 1492
GUTTON (C.). — Sur la vitesse de propagation des ondes électromagnétiques le long d'une ligne de fils métalliques ... 1002
GUYON (E.) est élu vice-président pour

MM. Pages.
l'année 1912 1444
— Rapport sur le concours du prix Godard (Médecine et Chirurgie)...... 1352
GUYOT (J.).— Sur les différences de potentiel de contact apparentes entre un métal et des solutions électrolytiques 867
GUYOU. — Rapport sur le concours du prix extraordinaire de la Marine.. 1289

H

HACKSPILL et BRONIEWSKI. — Sur les propriétés électriques des métaux alcalins, du rhodium et de l'iridium.................... 814
HACKSPILL (Louis). — Une partie du prix Cahours (Chimie) lui est attribuée.......................... 1318
— Une médaille Berthelot lui est décernée.......................... 1373
HALLER (A.) est désigné pour représenter l'Académie, à Turin, aux fêtes du Centenaire d'*Avogadro*.... 567
— Rend compte de l'inauguration du monument d'*Avogadro*, érigé sous les auspices de l'Académie royale de Turin.................... 643
— Est élu Membre de la Commission de contrôle de la circulation monétaire, à la place de M. *Troost*........... 991
— Rapport sur le concours du prix Jecker (Chimie)................ 1313
HALLER (A.) et BAUER (Édouard). — Sur quelques cétones du type de la benzyldiméthylacétophénone. Acides trialcoylacétiques et alcools trialcoyléthyliques auxquels ils donnent naissance.............. 21
— Synthèses de dicétones substituées β, d'éthers-sels cétoniques et d'éthers énoliques, au moyen de cétones sodées.......................... 145
HALLEZ (Paul). — Double fonction des ovaires de quelques Polyclades. 141
HANRIOT est présenté en seconde ligne parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *L. Troost*....... 1101
HANRIOT (H.) et RAOULT (F.). — Sur les coefficients d'aimantation de l'or........................ 182
HATON DE LA GOUPILLIÈRE. — Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique)........... 1372
HATT. — Rapport sur le concours du prix extraordinaire de la Marine (Navigation).................... 1289
HAUG (Émile). — Sur la fenêtre de Méounes et de Garéoult (Var)...... 1186
HECKEL (Édouard). — Sur le genre *Spermolepis* de la Nouvelle-Calédonie et ses rapports avec le genre *Schizocalyx*.................... 321
— Sur les mutations gemmaires culturales du *Solanum Maglia* et sur les premiers résultats culturaux de ces mutations...................... 417
— Fait hommage à l'Académie du neuvième Volume (deuxième série) des « Annales du Musée colonial de Marseille pour 1911 »............ 1120
HEMSALECH (G.-A.). — Le prix Hébert (Physique) lui est décerné.. 1309
HENNEGUY. — Rapport sur les concours du prix Lallemand (Physiologie)........................ 1364
— Du prix Serres...................... 1384
HENRI (Victor). — Étude du rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz...... 265
— Influence de diverses conditions physiques sur le rayonnement ultraviolet des lampes à vapeur de mercure en quartz.................. 426
HENRI (M. et Mme Victor). — Une partie du prix Bellion (Médecine et Chirurgie) leur est attribuée....... 1354
HENRI (Victor) et GIRARD (Pierre). — Au sujet de nouvelles hypothèses sur l'état moléculaire des corps en solution................ 946
HÉROUARD (Edgard). — Sur la progenèse parthénogénésique à longue échéance de *Chrysaora*........... 1094
HERSCHFINKEL. — Action de l'émanation du radium sur les sels de thorium 255
HEYRAUD (Charles). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Statistique)..... 1367
HINRICHS (G.-D.). — Sur le poids

MM. Pages.
atomique des éléments dominants .. 817
HOOKER (Sir JOSEPH DALTON). — Sa mort est annoncée à l'Académie 1435
HOUSSAY (F.) et MAGNAN (A.). — La surface alaire, le poids des muscles pectoraux et le régime alimentaire chez les Oiseaux carinates 893
HUBERT (HENRY). — Essai d'une Carte géologique de l'Afrique occidentale 737
— Sur la forme parabolique des accidents du relief, constitués par les roches cristallines acides en Afrique occidentale 805

I

IDRAC (JOACHIM) adresse une Note intitulée « Tri-élémentaire » 1260
IMBERT (A.). — Étude graphique du travail à la lime 128
— Le prix Chaussier (Médecine et Chirurgie) lui est décerné 1357
INIGUEZ. — Observations de la comète de Brooks, faites à l'Observatoire de Madrid 757

J

JABOIN (A.). DOMINICI (H.) et PETIT (G.). — Radioactivité persistante de l'organisme sous l'influence des injections du radium insoluble. Sérothérapie radioactive 1509
JACOB (O.) et TESTUT (L.). — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) leur est décerné 1342
JACOBS (CHARLES) et MARE (FRÉDÉRIC DE) adressent un Mémoire intitulé « Les alliages et dépôts électrolytiques de radium » 744
JANET (PAUL). — Le prix Planté (Physique) lui est décerné 1311
JANET (P.), LAPORTE (F.) et JOUAUST (R.). — Détermination de la force électromotrice en valeur absolue de l'élément *Weston* normal 718
JARKOWSKI (WITOLD). — Loi approximative de la montée d'un aéroplane 237
JAUBERT DE BEAUJEU et CHASPOUL. — Recherches sur la radioactivité des eaux de Vals-les-Bains 944
JAVELLE. — Sur la comète Wolf. Observations faites à Nice, à l'équatorial Gautier de $0^{m},76$ d'ouverture. 87
— Sur la comète Wolf (1911 *a*). Observations faites à Nice (équatorial de $0^{m},76$ d'ouverture) 325
JAVELLE et SCHAUMASSE. — Comète nouvelle, découverte par M. Schaumasse à l'Observatoire de Nice et observée par MM. Schaumasse et Javelle 1122
JAVILLIER (M.) et SAUTON (B.). — Le fer est-il indispensable à la formation des conidies de l'*Aspergillus niger*? 1177
JOUAUST (R.), JANET (P.) et LAPORTE (F.). — Détermination de la force électromotrice en valeur absolue de l'élément *Weston* normal 718
JOUGUET. — Sur les points indifférents 346
— La loi adiabatique dynamique dans le mouvement des fils 761
— Sur l'accélération des ondes de choc dans les fils 933
— Sur la vitesse et l'accélération des ondes de choc de seconde et de troisième espèce dans les fils 1062
— Le prix Montyon (Mécanique) lui est décerné 1279
JUNGFLEISCH. — Rapport sur le concours du prix Jecker (Chimie) .. 1313

K

KAYSER (E.) et DELAVAL (H.). — Contribution à l'étude du pain visqueux 576
KEILIN (D.). — Sur certains organes

MM. Pages

sensitifs constants chez les larves de Diptères et leur signification probable 977
KELVIN (Lady) fait hommage à l'Académie du Tome VI des « Mathematical and physical Papers by the Right honourable Sir *William Thomson*, Baron *Kelvin* », publié par Sir *Joseph Larmor*............ 1208
KENNEL (PIERRE). — Sur la fonction de réserve adipeuse des corps adipolymphoïdes 505
KOCH (P.) et TCHOUGAEFF (L.). — Sur une anomalie de la réfraction moléculaire dans la série des glyoximes substituées 259
KŒHLER (R.). — Échinodermes antarctiques provenant de la campagne du *Pourquoi-Pas?*......... 735
KŒNIGS (G.). — Sur les surfaces qui, au cours d'un mouvement donné, sont continuement osculatrices à leur profil conjugué............. 998
KORN (A.). — Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales.. 171
— Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales 327
— Sur une classe importante de noyaux asymétriques dans la théorie des équations intégrales 539
KOWALEWSKI (G.). — Sur une propriété des transformations de Volterra 931
— Sur une classe de transformations infinitésimales de l'espace fonctionnel 1452
KUNCKEL D'HERCULAIS (J.). — Observations sur les mœurs d'un Myriopode, la Scutigère coléoptrée. Son utilité comme destructrice des Mouches, action de son venin; légende de sa présence accidentelle dans l'appareil digestif de l'Homme 399
KUNZ (M.). — Du tact à distance comme facteur de la faculté d'orientation des aveugles (sens des obstacles?).. 431

L

LABBÉ (H.) et VIOLLE (L.). — Ingestion d'acides minéraux chez un Chien partiellement dépancréaté.. 1085
LABBÉ (LÉON). — Rapport sur le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1342
LACASSE (R.) et MAGNAN (A.). — Sur un monstre humain bicéphale.. 730
LACROIX (A.). — Les roches alcalines de Nosykomba (Madagascar)..... 152
LADENBURG. — Sa mort est annoncée à l'Académie 441
LAFAY (A.). — Sur le phénomène de Magnus 1147
— Sur le phénomène de Magnus...... 1472
LAGARDE. — Une partie du prix Damoiseau (Astronomie) lui est attribuée.......................... 1300
LAGRULA et SCHAUMASSE. — Sur la comète Kiess (1911 *b*). Observations faites à Nice.................. 87
LAGRULA (J.-PH). et CHRÉTIEN (H.) — Sur la comète Kiess (1911 *b*). Son aspect photographique et son spectre 378
— Sur la comète Brooks (1911 *c*) : son aspect photographique et son spectre......................... 926
LAINÉ (E.) et MÜNTZ (A.). — L'ammoniaque dans les pluies et les neiges des stations d'observation de la Mission Charcot............ 749
— La proportion d'acide carbonique dans l'air des régions antarctiques.. 1116
LALESCO (TR.). — Théorème sur les valeurs caractéristiques 541
LALLEMAND (CH.). — Sur les déformations résultant du mode de construction de la Carte internationale du monde au millionième........ 559
— *Errata* relatifs à cette Communication 698
— Rapport sur le concours du prix Tchihatchef (Géographie) 1304
LANCIEN (ANDRÉ). — Du rhodium colloïdal électrique 1088
LANFRY (MAURICE). — Sur les oxythiophènes 73
— Sur les oxy-β-méthylthiophènes.... 821
LANNELONGUE. — Fouilles au hameau de Séviac, près Montréal (Gers). Découverte d'un gros orteil en bronze 1119

MM. Pages.

— Sa mort est annoncée à l'Académie.. 1435

LAPICQUE (M. et Mme). — Durée utile des décharges de condensateurs; expérience sur l'escargot.......... 125

— *Errata* relatifs à cette Communication 220

LAPORTE (F.), JOUAUST (R.) et JANET (P.). — Détermination de la force électromotrice en valeur absolue de l'élément *Weston* normal.. 718

LARGUIER DES BANCELS (J.) et BIERRY (H.). — Action de la lumière émise par la lampe à mercure sur les solutions de chlorophylle .. 124

LAUBY (ANTOINE). — Un encouragement lui est accordé dans le concours du prix Montagne (Botanique).... 1329

LAUNOY (L.) et LEVADITI (C.). — Sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin et de la spirillose brésilienne.. 304

— Nouvelles recherches sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin 1520

LAURENT (LOUIS). — Sur la présence du genre *Atriplex* dans la flore tertiaire de Menat (Puy-de-Dôme).... 218

LAURENT (M. LE GÉNÉRAL) invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration du monument élevé au Colonel *Laussedat* 423

LAVERAN (A.). — Les trypanosomes ont-ils des formes latentes chez leurs hôtes vertébrés? 649

— Au sujet de *Trypanosoma rhodesiense* (Stephens et Fantham)........... 1112

— Rapport sur le concours du prix du baron Larrey (Médecine et Chirurgie) 135[illegible]

LAVERAN (A.) et ROUDSKY. — Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénazoxonium) sur les trypanosomes............ 226

— Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénazoxonium) et de l'akridine (diphénylméthane) sur les trypanosomes...... 916

LÉAUTÉ (H.) est élu membre du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pour l'année 1911-1912. 163

LÉAUTÉ (ANDRÉ). — Sur certaines difficultés que présente l'emploi des développements exponentiels..... 1064

LEBEDEFF (ALEXANDRE). — Sur le mécanisme de la fermentation alcoolique........................ 136

MM. Pages.

LE BEL (J.-A.). — Sur le dimorphisme du bichromate de rubidium...... 1081

LE BON (GUSTAVE). — Sur les variations de transparence du quartz pour la lumière ultraviolette et sur la dissociation de la matière...... 49

LE CADET (G.). — Sur l'origine des manifestations électriques des orages, à l'occasion de l'observation des cyclones en mer de Chine......... 985

LECLAINCHE est élu Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Eugène Tisserand*, élu Académicien libre...... 1054

LECLERC DU SABLON. — Sur la transpiration des plantes grasses; influence de la lumière.......... 1236

LECOQ DE BOISBAUDRAN et GRAMONT (A. DE). — Sur le spectre de glucinium et sur ses bandes dans diverses sources lumineuses 318

LECORNU (L.). — Sur l'équilibrage des moteurs........................ 1108

— *Errata* relatifs à cette Communication......................... 1541

— Rapports sur les concours : du prix Montyon (Mécanique) 1279

— Du prix Vaillant (Mécanique)...... 1281

— Du prix extraordinaire de la Marine. 1289

LEDEBT (Mlle) et DELEZENNE (C.). — Formation de substances hémolytiques et de substances toxiques aux dépens du vitellus de l'œuf soumis à l'action du cobra.......... 81

LEDUC (A.). — Sur la détente des vapeurs et la variation du rapport γ de leurs chaleurs spécifiques avec la température et la pression........ 51

— Pression interne dans les gaz; formules d'état et loi des attractions moléculaires 179

LÉGER (E.). — Sur la constitution de quelques dérivés nitrés, obtenus dans l'action de l'acide azotique sur les aloïnes...................... 114

LE GOFF. — *Errata* relatifs à une Communication du 19 juin 1911, intitulée « Glycosurie et saccharosurie chez l'homme sain, consécutives à l'absorption de 100g de saccharose »... 144

LELONG (ROBERT). — Une partie du prix Plumey (Navigation) lui est attribuée 1296

LEMAIRE (PIERRE). — Une partie du

MM. Pages.
prix extraordinaire de la Marine lui est décernée ... 1289
LEMOINE (Emile). — Le prix Francœur (Géométrie) lui est décerné.. 1275
LEMOINE (Paul). — Le prix Gay (Géographie) lui est décerné ... 1307
LÉOPOLD-LÉVI et ROTHSCHILD (H. de). — Une citation leur est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) ... 1347
LEPAPE (A.) et MOUREU (Ch.). — Dosage spectrophotométrique du xénon. Constance des rapports xénon-argon et xénon-krypton dans les mélanges gazeux naturels ... 740
— Les gaz rares des grisous ... 847
— Sur les rapports des gaz rares entre eux et avec l'azote dans les grisous. 1043
LEPARMENTIER. — Une partie du prix extraordinaire de la Marine lui est décernée ... 1289
LEPRINCE-RINGUET (Félix). — Propriétés géometriques du point représentant la terre dans le diagramme des voltages d'un réseau polyphasé. 1069
LESAGE (Pierre). — Sur les caractères des plantes arrosées à l'eau salée... 196
LESLIE (Mlle MAY SYBIL). — Sur le poids moléculaire de l'émanation du thorium ... 328
LESPIEAU. — Sur quelques propriétés de l'acroléine monobromée ... 951
LEVADITI (C.) et LAUNOY (L.). — Sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin et de la spirillose brésilienne ... 304
— Nouvelles recherches sur la thérapeutique mercurielle de la syphilis expérimentale du lapin ... 1520
LEVADITI (C.) et MUTTERMILCH (S.). — Le diagnostic de la maladie du sommeil par l'examen des propriétés attachantes du sérum ... 366
LEVI (Eugeno-Elia). — Sur les équations différentielles périodiques. 799
LEVINSOHN (George) soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Origine de la Myopie ».. 925
LÉVY (Michel). — Sa mort est annoncée à l'Académie ... 611
LÉVY (Paul). — Sur une généralisation des théorèmes de MM. Picard, Landau et Schottky ... 658
LÉVY-VALENSI (J.). — Une mention honorable lui est accordée dans le concours du prix Lallemand (Physiologie) ... 1366
LIPPMANN. — Rapport sur le concours du prix Hébert (Physique) ... 1309
LIÉNARD. — Le prix Vaillant (Mécanique) lui est décerné ... 1286
LOCQUIN (R.). — Sur l'α-méthyllauréнone. Nouvelle cétone dérivée du camphre ... 284
LOCQUIN (R.) et BARBIER (Ph.). — Transformation de quelques acides paraconiques substitués en acides cyclopropanedicarboniques isomères 188
LOISEL (Julien). — Sur la distribution de la chaleur solaire à la surface de la France ... 1535
LOSANITCH (S.). — Sur la constitution de la divalolactone ... 390
— *Errata* relatifs à cette Communication. 512
LUGEON (Maurice). — Sur l'existence de deux phases de plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales. 842
— Sur quelques conséquences de l'hypothèse d'un dualisme des plissements paléozoïques dans les Alpes occidentales ... 984
LUMIÈRE (A. et L.) et SEYEWETZ (A.). — Sur le développement des images photographiques après fixage ... 102

M

MAC-AULIFFE (L.) et MARIE (Auguste). — De l'asymétrie des crânes de Neanderthal, de Cro-Magnon et de Spy nº 1 ... 631
MACQUAIRE (Paul). — Sur la tyrosine comme agent fixateur de l'iode dans la préparation des peptones iodées. 1084
MAGNAN (A.). — La surface digestive du ventricule succenturié et la musculature du gésier chez les Oiseaux. 295
— Un cas d'acéphalie humaine ... 970
— Xiphopages humains ... 834
MAGNAN (A.) et HOUSSAY (F.). — La surface alaire, le poids des muscles pectoraux et le régime alimentaire chez les Oiseaux carinates ... 893

MM. Pages.
MAGNAN (A.) et LACASSE (R.). — Sur un monstre humain bicéphale 730
MAHLER (P.) et GOUTAL (E.). — De l'emploi de la combustion sous pression pour doser le carbone des aciers. 549
MAILHE (A.) et SABATIER (PAUL). — Nouvelles préparations des benzylamines et de l'hexahydrobenzylamine 160
— Sur la préparation par catalyse des amines alcooliques 1204
MAILLARD (L.-C.). — Condensation des acides aminés en présence de la glycérine, cycloglycylglycines et polypeptides 1078
MALLTON (RUBEN). — Sur la construction des fonctions entières à croissance irrégulière 169
MALOSSE (H.). — Pouvoir rotatoire spécifique du camphre dissous dans l'acétone 56
MANGIN (L.). — Sur l'existence d'individus dextres et senestres chez certains Péridiniens 27
— Sur le *Peridiniopsis asymetrica* et le *Peridinium Paulseni* 644
— Rapports sur les concours : du prix Desmazières (Botanique) 1327
— Du prix Montagne (Botanique) 1329
MANOUÉLIAN (Y.). — Recherches sur la pathogénie des lésions artérioscléreuses 303
MANSUY et DEPRAT. — Une partie du prix Tchihatchef (Géographie) leur est attribuée 1304
MAQUENNE (LÉON). — Rapport sur le concours du prix Montyon (Arts insalubres) 1318
MARAGE. — Diverses sortes de surdimutités 775
— Une partie du prix Montyon (Physiologie) lui est attribuée 1360
MARCHAL (PAUL). — La spanandrie et l'oblitération de la reproduction sexuée chez les Chermes 299
— L'oblitération de la reproduction sexuée chez les *Chermes piceæ* Ratz. 603
MARCHAL (PAUL) et FEYTAUD (J.). — Sur un parasite des œufs de la Cochylis et de l'Eudémis........... 633
MARE (FRÉDÉRIC DE) et JACOBS (CHARLES) adressent un Mémoire intitulé : « Les alliages et dépôts électrolytiques de radium »....... 744
MM. Pages.
MARGERIE (EMMANUEL DE). — Le prix Victor Raulin (Minéralogie et Géologie) lui est décerné.......... 1325
MARIE (AUGUSTE) et MAC-AULIFFE (L.). — De l'asymétrie des crânes de Neanderthal, de Cro-Magnon et de Spy nº 1 631
MARIE (A.) et DONNADIEU (A.). — Leucogenèse et épithélium intestinal 832
MARIE (A.) et THOORIS (A.). — Variations de l'angle xipho-costal suivant les attitudes et les types humains .. 1244
MARTEL (E.-A.). — Sur la construction des routes et ouvrages d'art en terrains calcaires 605
MARTIN (HENRI). — Sur un squelette humain de l'époque moustérienne trouvé en Charente 728
MARTONNE (EM. DE). — Principes de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion appliquée aux vallées alpines 309
— Résultats de l'analyse morphologique des niveaux d'érosion des vallées de l'Arc et de l'Isère................ 404
— Sur la chronologie des thalwegs pliocènes et quaternaires de l'Arc et de l'Isère 509
MASCRÉ (M.) et GORIS (A.). — Sur la composition chimique de quelques Champignons supérieurs.......... 1082
MASSOL (G.) et FAUCON (A.). — Sur la chaleur latente de fusion et la chaleur spécifique des acides gras..... 268
MASSOL (L.) et CALMETTE (A.). — Sur la fonction antigène des tuberculines 420
MATIGNON est présenté en seconde ligne parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*.......... 1101
MAZÉ (P.). — Recherches sur la formation de l'acide nitreux dans la cellule végétale et animale 357
— *Errata* relatifs à cette Communication............................ 440
— Sur la chlorose expérimentale du maïs 902
— Un prix Lonchampt lui est décerné.. 1375
MELCHISSÉDEC et FROSSARD. — Sur la théorie mécanique de quelques tuyaux sonores 176
MELIKOFF (P.). — Méthode pour

MM. Pages.
séparer les phosphomolybdates des silicomolybdates 1478
MÉLY (F. DE) adresse une lettre sur un *Traitement de la fièvre aphteuse*.. 526
MERCADÉ (S.). — Une citation lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie).. 1347
MERCIER (L.) et DROUIN DE BOUVILLE (R. DE). — Sur la peste des Écrevisses du lac de Nantua...... 210
MERCKLEN (PROSPER) et NOBÉCOURT (P.). — Le prix Mège (arrérages) (Médecine et Chirurgie) leur est décerné 1356
MERLIN. — Sur quelques théorèmes d'Arithmétique et un énoncé qui les contient 516
MESLIN (GEORGES). — Sur l'emploi des prismes biréfringents pour obtenir des franges d'interférences... 1145
MESNIL (F.) et RINGENBACH (J.). — De l'action des sérums de Primates sur le trypanosome humain de Rhodesia 1097
MEUNIER (FERNAND). — Les *Blattidæ* des houillères de Commentry..... 845
MEUNIER (J.). — Sur les conditions de la production du spectre de Swan et sur ce qu'on peut en conclure relativement aux comètes qui possèdent ce spectre 863
MEUNIER (STANISLAS). — Sur un exemple de décalcification pluviaire réalisé au cours de l'époque tertiaire inférieure 215
— Météorite égyptienne récemment parvenue au Muséum 524
— Prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Michel Lévy*. 653
— Examen chimique et lithologique de la météorite d'El Nakhla 785
MICHEL-LÉVY (ALBERT). — Le prix Delesse (Minéralogie et Géologie) lui est décerné................. 1320
MILLIAU (E.). — Recherche du sulfure de carbone dans les huiles 1021
MILLOCHAU (G.). — Contribution à l'étude des effets spectraux des décharges électriques dans les gaz et les vapeurs...................... 808
MILLOSEWITCH. — Une partie du prix Damoiseau (Astronomie) lui est attribuée.................... 1300
M. LE MINISTRE DES FINANCES invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour occuper dans la Commission de contrôle de la Circulation monétaire, la place vacante par le décès de M. *Troost* 925
M. LE MINISTRE DE LA GUERRE prie l'Académie de désigner deux de ses Membres pour le Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, en 1911-1912.......... 86
— Il informe l'Académie qu'il a nommé MM. *Henri Poincaré* et *Henry Léauté* membres du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique.... 619
M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE invite l'Académie à désigner un de ses membres pour occuper, dans la *Commission technique de la Caisse des Recherches scientifiques*, la place vacante par le décès de M. *Troost*............... 754
— Adresse ampliation du Décret approuvant l'élection de M. *Ch. Moureu* dans la Section de Chimie...... 1195
MOLLIARD (MARIN). — Action de divers polyuréides et de l'acide hippurique sur le développement et la tubérisation du Radis 958
MONTEL (P.). — Sur les fonctions analytiques qui admettent deux valeurs exceptionnelles dans un domaine.. 996
— Sur l'indétermination d'une fonction uniforme dans le voisinage de ses points essentiels................. 1455
MONTESANO (D.). — Sur les congruences linéaires de coniques.... 45
MONTESSUS DE BALLORE (DE). — Sur l'application de la suspension à la Cardan aux sismographes...... 743
— Sur la répartition de l'instabilité sismique en Bolivie 988
MOOG (R.), DESGREZ et RÉGNIER (P.). — Influence du chlorhydrate de triméthylamine sur les échanges nutritifs........................ 1238
MOUREU (CH.) prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *L. Troost* 994
— Est présenté en première ligne parmi les candidats à la place vacante,

MM. Pages.

dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*.............. 1101
— Est élu Membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. *Troost*. 1120
MOUREU (Ch.) et LEPAPE (A.). — Dosage spectrophotométrique du xénon. Constance des rapports xénon-argon et xénon-krypton dans les mélanges gazeux naturels........ 740
— Les gaz rares des grisous 847
— Sur les rapports des gaz rares entre eux et avec l'azote dans les grisous. 1043
MOUTIER (A.). — Mécanisme des troubles généraux ou locaux de la circulation artérielle engendrant l'artério-sclérose générale ou locale. 1040

MM. Pages.

MOUTON (H.). — Une partie de prix du Baron de Joest lui est attribuée. 1388
MUELLER (A.-E.) adresse un Mémoire intitulé : *Claims of inventions. Aeroplane and dirigible of Capt. E.-E. Mueller* 744
MÜNTZ (A.) et LAINÉ (E.).—L'ammoniaque dans les pluies et les neiges des stations d'observation de la Mission Charcot 749
— La proportion d'acide carbonique dans l'air des régions antarctiques.. 1116
MUTTERMILCH (S.) et LEVADITI (C.). — Le diagnostic de la maladie du sommeil par l'examen des propriétés attachantes du sérum...... 366

N

NEGRIS (Ph.). — Sur la découverte du Carbonifère et de l'Éocène aux monts Guiona et Vardoussa, à l'ouest du Parnasse 606
— Sur l'importance de l'Éocène dans la Grèce orientale et sur la découverte du Trias au Laurium 695
NICKLÈS (René). — Le prix Joseph Labbé (Minéralogie et Géologie) lui est décerné 1322
NICOLAU. — Sur la variation dans le mouvement de la Lune........... 703
NICOLLE (Charles), CONOR (A.) et CONSEIL (E.). — Sur la nature et le siège de l'agent pathogène du typhus exanthématique 578
NICOLLE (Ch.) et CONSEIL (E.). — Reproduction expérimentale de la rougeole chez le Bonnet chinois. Virulence du sang des malades 24 heures avant le début de l'éruption 1522
NICOLOFF (Th.). — L'ovule et le sac embryonnaire des Platanées...... 287
NOBÉCOURT (P.) et MERCKLEN (Prosper). — Le prix Mège (arrérages) (Médecine et Chirurgie) leur est décerné 1356
NOGIER et COURMONT. — Une partie du prix Bellion (Médecine et Chirurgie) leur est attribuée.......... 1354
NOLF (Pierre). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie).. 1344

O

OCHOROWICZ (J.). — Un encouragement lui est accordé dans le concours du prix Fanny Emden...... 1378
ŒCHSNER DE CONINCK. — Poids moléculaire de la chaux; poids atomique du calcium 1479
ŒCHSNER DE CONINCK et RAYNAUD. — Sur le dihydrate uranique 63
OXNER (Mieczyslaw). — Analyse biologique d'une série d'expériences concernant l'avènement de la maturité sexuelle, la régénération et l'inanition chez les Némertiens, *Lineus ruber* (Müll.) et *Lineus lacteus* (Rathke)....................... 1168

P

PANISSET (L.). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie).. 1347
PARIS (Louis) et AUCLAIR. — Une

MM. Pages.

partie des arrérages du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) leur est attribuée

PARISOT (Jacques). — Transformation du pigment sanguin en pigment biliaire sous l'influence de l'adrénaline 1518

PASSY (Louis) et TISSERAND font hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : « *Séance solennelle du cent-cinquantenaire de la Société d'Agriculture de France du 22 mars 1911* » 325

PÉCHEUX (H.). — Résistivité et thermoélectricité du tantale 1140

PÉLABON (H.). — Sur la métallographie des systèmes sélinium-antimoine 343

PELLAT (Henri). — Le prix Pierson-Perrin lui est décerné 1380

PELLEGRIN (Jacques). — La distribution des poissons d'eau douce en Afrique 297

— Les Vertébrés aquatiques du Sahara. 972

PEROT (A.). — Sur la spectroscopie solaire 36

PERRET (E.). — Une partie du prix extraordinaire de la Marine lui est décernée 1289

PERRIER (Edmond). — Remarques à l'appui de la Communication de M. C.-L. Gatin intitulée : « *Influence du goudronnage des routes sur la végétation des arbres du bois de Boulogne* ». 04

— Rapports sur les concours du prix des Sciences physiques (Anatomie et Zoologie) 1332

— Du prix Cuvier (Anatomie et Zoologie) 1337

PERRIN (G.). — Sur les prothalles d'*Equisetum* 197

— Le prix Laplace lui est décerné 1391

— Une partie du prix Félix Rivot lui est attribuée 1392

PERROT (P.-Louis) et BAUME (G.). — *Errata* relatifs à une Communication du 19 juin 1911 intitulée : « *Courbes de fusibilité des mélanges gazeux* » .. 528

PERS (Robert). — Sur un équilibre entre le chlorure chloropentaminecobaltique et le chlorure aquopentaminecobaltique en solution aqueuse 673

PERVINQUIÈRE (Léon). — Sur la géologie de l'extrême Sud de la Tunisie et de la Tripolitaine, spécialement des environs de Ghadamès 1183

PETIT (G.), JABOIN (A.) et DOMINICI (H.). — Radioactivité persistante de l'organisme sous l'influence des injections du radium insoluble. Sérothérapie radioactive 1509

PETOT (A.). — Extension aux lignes géodésiques d'une propriété cinématique de la ligne droite 168

PÉZARD (A.). — Sur la détermination des caractères sexuels secondaires chez les Gallinacés 1027

PICADO (C.). — Les Broméliacées épiphytes comme milieu biologique ... 960

PICARD (Alfred) fait hommage d'un Volume intitulé : *Commission permanente des valeurs de douane*. Session de 1911. Rapport du Président de la Commission à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie 702

— Rapport sur le concours du prix Montyon (Statistique) 1368

— Est élu membre de la Commission chargée de juger le Concours du prix Jean Reynaud pour 1911 753

PICARD (Émile). — Un complément sur un théorème relatif aux équations intégrales de troisième espèce. 529

— Sur les solutions continues des équations intégrales de troisième espèce. 615

— Fait hommage à l'Académie d'une *Introduction à la théorie des équations intégrales*, par *Trajan Lalesco*. 862

— Le prix Jean Reynaud lui est décerné. 1387

— Est élu membre de la *Commission administrative* pour 1912 1444

PICART (L.) et COURTY (F.). — Observations de la comète Brooks (1911 *c*) faites à l'Observatoire de Bordeaux (équatorial de $0^m,38$) 237

PICK (G.). — Sur les notions : droites parallèles et translation et sur la Géométrie différentielle dans l'espace non Euclidien 1447

PICTET (Amé) et GAMS (Alphonse). — Synthèse de la berbérine 386

PIÉRON. — Le prix Lallemand (Physiologie) lui est décerné 1366

PIETTRE (Maurice). — Sur un mode de résorption de la graisse de réserve. 487

— Sur les pigments mélaniques d'origine animale 782

MM. Pages.
— Sur les mélanines 1037
— Une partie du prix Philipeaux (Physiologie) lui est attribuée 1363
PIGOULEWSKY (G.) et TCHOUGAEFF (L.). — Sur l'acide dithiocamphocarbonique.............. 388
PIONCHON (J.). — Sur un effet électrique du déplacement relatif d'un métal et d'un électrolyte au contact 47
POINCARÉ (H.) est élu membre du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique pour l'année 1911-1912..................... 163
— Est élu membre de la Commission chargée de juger le concours du prix Jean Raynaud pour 1911.... 753
— Fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Les Hypothèses cosmogoniques* et de la deuxième édition de son *Calcul des Probabilités*.. 793
— Présente à l'Académie les Œuvres posthumes de *W. Ritz*........... 924
— Sur la théorie des quanta.......... 1103
POMPÉIU (D.). — Sur les fonctions de variable complexe 624
POPOFF (Kyrille). — Sur une cause qui peut influer sur l'estimation de la grandeur des étoiles........... 1210
PORTEVIN. — Sur les aciers au chrome. 64
POTRON (Maurice). — Quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients $\geqq$ o et leur application aux problèmes de la reproduction et des salaires 1129
— *Errata* relatifs à cette Communication.......................... 1541
— Application aux problèmes de la « production suffisante » et du « salaire vital » de quelques propriétés des substitutions linéaires à coefficients $\geqq$ o...................... 1458
POZZI-ESCOT (Emm.) adresse une Note intitulée : « *La vie des oiseaux au désert* »......................... 312

Q

QUÉNISSET (F.). — Photographies de la planète Vénus, obtenues à l'Observatoire de Juvisy 1208
QUÉNISSET (F.) et BALDET (F.). — Découverte d'une comète à l'Observatoire Flammarion de Juvisy.... 589
QUÉNISSET (F.) et BALDET (F.). — Observations du gegenschein 621

R

RABAUD (Étienne). — Le déterminisme de l'isolement des larves solitaires......................... 1091
— Sur les monstres paracéphaliens et acéphaliens.................... 1247
RADAIS (M.) et SARTORY (A.). — Sur une Ericacée toxique, le Mapou (*Agauria pyrifolia* D. C.).......... 964
— Sur la toxicité de l'Oronge ciguë (*Amanita phalloides* Fr.).......... 1527
RADAU (R.). — Les Tables de la Lune fondées sur la théorie de Delaunay. 313
— Rapport sur le concours du prix G. de Pontécoulant (Astronomie) 1300
— Sa mort est annoncée à l'Académie 1435
RAMBAUD (G.). — Le prix Valz (Astronomie) lui est décerné 1299
RAMSAY (Sir William). — Action du niton (émanation du radium) sur les sels de thorium 373
RAOULT (F.) et HANRIOT (H.). — Sur les coefficients d'aimantation de l'or........................... 182
RAPPIN. — Vaccination et sérothérapie antituberculeuses 1095
RATEAU. — Le prix Poncelet (Mécanique) lui est décerné............ 1281
RAVAZ (L.) et VERGE (G.). — Sur le mode de contamination des feuilles de vigne par le *Plasmopara viticola*. 1502
RAYNAUD (A.). — Solubilité de l'oxyde uraneux dans quelques acides.......................... 1480
RAYNAUD et ŒCHSNER DE CONINCK. — Sur le dihydrate uranique......................... 63
REBOUL (G.). — Impressions photographiques sur cuivre........... 1215
REBOUL (G.) et BOLLEMONT (E. Grégoire de). — Transport de par-

MM. Pages.
ticules métalliques sous l'action de la chaleur........................ 628
RECOURA (A.). — Sur une combinaison de sulfate ferrique et d'alcool. Contribution à la constitution du sulfate ferrique 1223
REGNIER (P.), MOOG (R.) et DESGREZ. — Influence du chlorhydrate de triméthylamine sur les échanges nutritifs.................. 1238
RENAN (HENRI). — Résultats de la discussion des observations faites par MM. *Lancelin* et *Tsatsopoulos* pour déterminer par la télégraphie sans fil la différence de longitude entre Paris et Bizerte........... 1211
RENAUT est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, en remplacement de M. *Armand Sabatier*, décédé................... 86
RENZ (CARL). — Extension des formations paléozoïques dans les îles côtières de l'Argolide............ 843
— Extension du Trias dans la partie moyenne de la Grèce orientale.... 1098
REPELIN (J.). — Nouvelles observations sur la nappe de recouvrement de la Sainte-Baume............. 1531
REUTTER. — Analyse d'une résine provenant d'un sarcophage égyptien........................... 597
REVERDIN (FRÉDÉRIC). — Nitration des ortho-, méta- et para-nitrobenzoyl-*p*-anisidines............. 278
REY (J.) et BLONDEL (A.). — Sur la perception des lumières brèves à la limite de leur portée 54
RICHARD (A.-H.). — Sur un diméthyldipentène, produit de pyrogénation d'un diméthyl-caoutchouc........ 116
RICHARD. — Une partie du prix Cahours (Chimie) lui est attribuée. 1318
— Une médaille Berthelot lui est décernée......................... 1373
RICHE (ATTALE). — Sur les lacunes affectant la partie inférieure des assises secondaires à Crussol (Ardèche) et au bord oriental du Plateau central 1258
RINGENBACH (J.) et MESNIL (F.). — De l'action des sérums de Primates sur le trypanosome humain de Rhodesia.......................... 1097
RISSER (RENÉ). — Le prix Montyon (Statistique) lui est décerné...... 1367
ROBERT (M[lle]). — Influence du calcium sur le développement et la composition minérale de l'*Aspergillus niger*..................... 1175
ROBIN (FÉLIX). — Sur la hauteur du son dans les alliages et ses variations en fonction de la température. 665
ROBINSON (R.). — Nouveaux arguments en faveur de l'action des glandes surrénales sur la détermination des sexes................ 1026
ROCHAIX (A.) et COURMONT (JULES) — De la vaccination contre l'infection pyocyanique par la voie intestinale........................... 131
— Essais négatifs d'immunisation antituberculeuse par voie intestinale.. 397
— De la durée de l'immunisation, par voie intestinale, contre l'infection éberthienne expérimentale, chez le lapin 1087
ROCHAIX (A.) et COLIN (G.). — Action des rayons émis par la lampe en quartz à vapeurs de mercure sur la colorabilité des bacilles acido-résistants....................... 1253
— Coloration du bacille tuberculeux et granulations de Much. Non-spécificité de ces granulations.......... 1530
ROGOZIUSKI (F.). — Recherches sur la propriété glycogénique de la glucosamine 211
ROLLAND (C.) et DANIEL-BRUNET (A.). — De l'influence du sexe et de la castration sur le dosage des lipoïdes de la bile chez les Bovidés.. 214
— Contribution à l'étude chimique et physiologique de la glande hépatique des Bovidés............... 900
ROSENBLATT.— Sur les surfaces algébriques admettant une série discontinue de transformations birationnelles........................... 1460
ROSENBLATT (M. et M[me]) et BERTRAND (GABRIEL). — Activation de la sucrase par divers acides..... 1515
ROSENSTIEHL (A.). — L'harmonie des couleurs réalisée par l'emploi des camaïeux complémentaires....... 715
— *Errata* relatifs à cette Communication. 850
ROST (H.) et DARZENS)G.). —Synthèse de quelques nouvelles cétones hydroaromatiques 772

MM. Pages.

ROTHSCHILD (H. DE) et LÉOPOLD-LÉVI. — Une citation leur est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) .. 1347
ROTHÉ (E.). — Sur le tremblement de de terre du 16 novembre 1192
ROUBAUD (E.). — Nouvelles recherches biologiques sur les Guêpes solitaires d'Afrique : évolution, variation, perturbations démentielles de l'instinct maternel, sous l'influence de la disette. Prépondérance réelle des tendances individualistes sur les sentiments affectifs dans les manifestations apparentes du culte des jeunes chez les Vespides 476
ROUBAUD (E.). — Les Chœromyies, Diptères nouveaux à larves suceuses du sang des Mammifères 553
— Nouvelle contribution à l'étude biologique des Glossines. Quelques données sur la biologie des *Gl. morsitans* et *tachinoides* du Soudan nigérien 637
— Évolution et histoire du « Ver de Cayor », larve cuticole africaine de *Cordylobia anthropophaga* Blanchard (Muscides) .... 78)
ROUDZKY (D.) et LAVERAN (A.). — Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénozoxonium) sur les trypanosomes 226
— Au sujet de l'action de l'oxazine (chlorure de triaminophénozoxonium) et de l'akridine (diphénylméthane) sur les trypanosomes 916
ROULE (LOUIS). — Sur quelques particularités de la faune antarctique, d'après la collection de Poissons récemment recueillis par l'Expédition française du *Pourquoi-Pas?* 80
— Sur quelques larves de Poissons apodes 732
ROUSSILHE (H.). — Une partie du prix extraordinaire de la Marine lui est décernée 1289
ROUSSY (A.). — Sur la vie des champignons dans les acides gras 884
ROUSSY (B.). — Existence d'une loi géométrique très simple de la surface du corps de l'homme de dimensions quelconques, démontrée par une nouvelle méthode 205
ROUX (E.) est élu membre de la Commission chargée de juger le Concours du prix Jean Reynaud pour 1911 .. 753
— Rapports sur les Concours : du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) .. 1343
— Du prix Bréant (Médecine et Chirurgie) 1348
— Du prix Philipeaux (Physiologie) ... 1363
ROY (LOUIS). — De la viscosité dans le mouvement des membranes flexibles. 1132
RÜCK (Mme). — Une partie des arrérages du prix Lannelongue lui est accordée 1374
RUSSENBERGER (J.-H.). — Sur l'extension des lois de la capillarité aux cas où les éléments du système capillaire sont mobiles les uns par rapport aux autres; extension conduisant à donner une nouvelle image du phénomène de gonflement des bois desséchés, de la dissolution des gommes, albumines, etc., et des vraies solutions 57

S

SABATIER (PAUL) et MAILHE (A.). — Nouvelles préparations des benzylamines et de l'hexahydrobenzylamine 160
— Sur la préparation par catalyse des amines alcooliques 1204
SACQUÉPÉE (E.). — Une mention lui est accordée dans le concours du prix Montyon (Médecine et Chirurgie) 1346
SAGNAC (G.). — Strioscopie et striographie interférentielles analogues à la méthode optique des stries de Foucault et de Töpler 90
— *Errata* relatifs à cette Communication 312
— Quelques paradoxes au sujet des actions optiques du premier ordre de la translation de la Terre 243
SALÉE (ACH.) et DORLODOT (H. DE). — Sur le synchronisme du Calcaire carbonifère du Boulonnais avec celui de la Belgique et de l'Angleterre 556

MM. Pages.
SANTA-MARIA (A.-S. DE) et ANTHONY (R.). — L'évolution du *Gyrus reuniens* chez les Primates (l'insula antérieure et son operculisation).. 1250
SARTORY (A.). — Sur la valeur du réactif de Meyer dans la recherche du sang 131
SARTORY (A.) et RADAIS (M.). — Sur une Ericacée toxique, le Mapou (*Agauria pyrifolia* D. C.) 964
— Sur la toxicité de l'Oronge ciguë (*Amanita phalloides* Fr.) 1527
SAUTON (B.) et JAVILLIER (M.). — Le fer est-il indispensable à la formation des conidies de l'*Aspergillus niger*? 1177
SAUVAGEAU (C.). — Le prix Desmazières (Botanique) lui est décerné.. 1327
SCHAUMASSE et JAVELLE. — Comète nouvelle découverte par M. Schaumasse à l'Observatoire de Nice et observée par MM. Schaumasse et Javelle 1122
SCHAUMASSE et LAGRULA. — Sur la comète Kiess (1911 *b*). Observations faites à Nice 87
SCHLEGEL (C.). — Sur le développement de *Maïa squinado* Latr 480
SCHLESINGER (L.). — Sur un système différentiel à points critiques fixes.. 930
SCHŒN (M.) et FERNBACH (A.). — Quelques observations sur le mécanisme du fonctionnement des diastases protéolytiques 133
SCHOKALSKY (DE). — Une partie du prix Tchihatchef (Géographie) lui est attribuée 1304
SCHULOF (L.). — Le prix G. de Pontécoulant (Astronomie) lui est décerné. 1300

MM. Pages.
SEMICHON (LOUIS). — Le cycle hétérogonique de *Pterocallis tiliæ* Linné, et la présence de la chlorophylle 974
SENDERENS (J.-B.) et ABOULENC (J.). — Éthérification catalytique, par voie humide, des acides bibasiques 881
SÉNÉCHAL (A.) et COLIN (H.). — Oxydation catalytique des phénols en présence des sels de fer 76
— Action des acides sur l'oxydation catalytique des phénols par les sels ferriques 282
SEYEWETZ (A.) et LUMIÈRE (A. et L.). — Sur le développement des images photographiques après fixage 102
SIMONOT (G.). — Une partie du prix extraordinaire de la Marine lui est décernée 1289
SORET (A.). — Audiphone magnétique bilatéral 1214
SOUÉGES (R.). — Sur le développement de l'embryon chez le *Myosurus minimus* L. 686
STATESCU (C.). — Solutions de sels magnétiques hétérogènes dans un champ magnétique hétérogène 547
STAWSKA (Mlle BOLESLAWA) et ARTHUS (MAURICE). — Venins et antivenins 355
STEFANIK. — Un prix Wilde lui est décerné 1374
STŒCKLIN (E. DE) et WOLFF (J.). — Sur la spécificité de diverses combinaisons du fer au point de vue de leur pouvoir catalytique oxydant.. 139
— *Errata* relatifs à cette Communication 220

T

TABOURY (F.) et BODROUX (F.). — Action du brome en présence du bromure d'aluminium sur le cyclohexanol et sur la cyclohexanone 349
TABOURY (FÉLIX) et GODCHOT (M.). — Sur quelques dérivés de la cyclopentanone 1010
TAFFANEL et DAUTRICHE. — Sur le mode d'amorçage des explosifs 823
TANNERY (JULES). — Le prix Petit d'Ormoy (Sciences mathématiques) lui est décerné 1380
TCHOUGAEFF (L.) et KOCH (P.). — Sur une anomalie de la réfraction moléculaire dans la série des glyoximes substituées 259
TCHOUGAEFF (L.) et PIGOULEWSKY (G.). — Sur l'acide dithiocamphocarbonique 388
TELLIER (CHARLES). — Une partie du prix du Baron de Joest lui est attribuée 1388

MM. Pages.

TER GAZARIAN (G.). — Sur une relation générale entre les propriétés physiques des corps : application aux densités 871
— Sur une relation générale entre les propriétés physiques des corps : application à la viscosité, la capillarité, l'énergie superficielle, la chaleur de vaporisation, le diamètre rectiligne 1071
TERMIER (PIERRE). — Rapport sur le concours du prix Victor Raulin (Minéralogie et Géologie) 1325
TERMIER (PIERRE) et BERTRAND (LÉON). — Sur la tectonique du pays basque français 919
TERRISSE (HENRI). — Une partie du prix Félix Rivot lui est attribuée .. 1392
TESTUT (L.) et JACOB (O.). — Un prix Montyon (Médecine et Chirurgie) leur est décerné 1342
THOMPSON (SILVANUS-P.). — Nouvelle méthode d'analyse harmonique par la sommation algébrique d'ordonnées déterminées 88
THOORIS (A.) et MARIE (A.). — Variations de l'angle xipho-costal suivant les attitudes et les types humains.......................... 1244
THOULET (J.). — Chute des sédiments à travers les eaux océaniques...... 787
— Sur une Carte bathylithologique de la côte du golfe de Lion entre les Saintes-Maries et Palavas et du cap de Creus à Canet................ 1190
TIFFENEAU. — Une partie du prix Jecker (Chimie) lui est attribuée.. 1313
— Une médaille Berthelot lui est décernée 1373
TIKHOFF (G.-A.). — Étoiles variables des Pléiades 653
TILMANT (A.) et GÄEHLINGER (H.). — De l'action caséifiante de certains lipoïdes........................ 982
TISSERAND (E.) est désigné pour représenter l'Académie à l'inauguration du monument du Colonel *Laussedat*, à Moulins 588
— Rapport sur le concours du prix du baron de Joest 1388
TISSERAND et PASSY (LOUIS) font hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : « *Séance solennelle du cent cinquantenaire de la Société d'Agriculture de France du 22 mars 1911* »......................... 325
TISSOT. — Le prix Montyon (Arts insalubres) lui est décerné............ 1318
— Une médaille Berthelot lui est décernée 1373
TOURNOIS (J.). — Anomalies florales du Houblon Japonais et du Chanvre déterminées par des semis hâtifs.. 1017
— Formation d'embryons chez le Houblon par l'action du pollen de Chanvre........................ 1160
TRILLAT (A.). — Un prix Widle lui est décerné.................... 1374
TROOST. — Sa mort est annoncée à l'Académie 611
TROUESSART (E.-L.) et DEHAUT (E.-G.). — Les Suidés sauvages et domestiques de la Sardaigne et de la Corse........................ 471
TSVETT. — Sur un nouveau réactif colorant de la callose 503
TZITZÉICA. — Sur les réseaux R..... 1127

U

UNIVERSITÉ DE GENÈVE (L') adresse un Volume des *Actes du Jubilé de l'Université*, 1909....... 513
URBAIN est présenté en seconde ligne parmi les candidats à la place vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Troost*......... 1101
URBAIN (G.) et BOURION (F.). — Sur le chlorure europeux 1155

V

VAILLANT (P.). — Sur les variations de la conductibilité d'un corps phosphorescent sous l'action de la lumière.. 1141
VAISSIÈRE (A.). — Sur les Opistho-

MM. Pages.
branches et sur les Marséniadés du golfe de Tadjourah 1164
VALLERY (Lucien). — Étude sur la coagulation de l'albumine par la chaleur. Conséquences au point de vue du dosage de l'albumine urinaire en particulier........ 1243
VALLORY (J.). — Sur la formation du périthèce dans le *Chætomium kunzeanum* Zopf. var. *chlorinum* Mich.. 1012
VALLOT (J.). — Sur la protection contre la foudre des observatoires de grande altitude........ 986
VAN TIEGHEM (Ph.). — Lépidariacées, famille nouvelle d'Inovulées.. 1195
— M. le *Secrétaire perpétuel* annonce à l'Académie que le Tome I des *Procès-verbaux des séances de la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'Institut national des Sciences et des Arts* (an IV-an VIII) est en distribution au Secrétariat 643
— Présente à l'Académie le Tome X des « *Observations de l'Observatoire d'Abbadia* »........ 1438
— Rapport sur la répartition des subventions du Fonds Bonaparte pour 1911........ 1392
— Signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance les Ouvrages suivants : diverses publications de MM. *Le Cadet*, le *duc d'Orléans*, *Julien Constantin*, *Audebeau-Bey*, 86. — Deux brochures de M. *Louis Passy*, intitulées : *Cent cinquantième anniversaire de la Société nationale d'Agriculture de France, discours prononcé le 22 mars 1911*, et *Notice sur la vie et les travaux de Albert de Lapparent*, 325. — Diverses publications de l'*Académie royale des Lincei* et de M. *Iddings*, 423. — Un *Calendrier perpétuel*, de M. *C.-E. Perrin*, 513. — Les *Œuvres d'Avogadro*, diverses publications du *Ministère des Colonies*, de l'*Observatoire de Bordeaux* et de MM. *Ed. Bureau* et *Julius Schuster*, 653. — Le premier Volume de la *Dioptrique* d'Euler; un Rapport sur les travaux entrepris avec les subventions de la *Caisse des recherches scientifiques*; une publication du *Service hydrométrique du bassin de la Seine*, 754. — Divers travaux de MM. *Tikhomandritzky*, H. V., *M. de Lamothe*, *L. de Launay*, *Marcel Baudouin*, 863. — Divers travaux du *Service géographique de l'Armée*; de la *Société Gay-Lussac;* de MM. *Gustave Chauveaud*, *Maurice Herlant*, *Emanuel Swedenborg*, *Louis Bureau*, *Edward Jordis*, *J. Grasset;* une photographie d'un buste de *Philippe Lebon*, 994. — Diverses publications de l'*Université de Saint-Andrews*, de M. *A. Angot*; de MM. *J. Brunhes*, *E. Chaix*, *Emm. de Martonne*; de MM. *Aug. Chevalier*, *Emile Fleurent*, *Louis Duval*........ 1121
VARENNE (A. de). — Sur la destruction de la *Cochylis* de la vigne........ 195
VASTICAR (E.). — Sur la structure des piliers de Corti........ 1023
VAVON (G.). — Sur l'hydrogénation de la carvone........ 68
VERGE (G.) et RAVAZ (L.). — Sur le mode de contamination des feuilles de vigne par le *Plasmopara viticola*. 1502
VERGNE (H.). — Sur la théorie de la houle en profondeur finie........ 174
VERMOREL et DANTONY (E.). — Le soufre mouillable........ 194
VERSCHAFFEL (A.). — Observation d'une étoile filante double........ 423
— Est élu Correspondant pour la Section d'Astronomie, à la place de Sir *William Huggins*, décédé........ 1444
VIALLETON (L.). — Le prix Serres lui est décerné........ 1384
VIGUIER (P.-L.). — Essais de préparation directe de l'aldéhyde tétrolique. 955
— Sur quelques dérivés de l'aldéhyde tétrolique et de son acétal........ 1231
VILLARD (Paul). — Sur un électromètre enregistreur à filament de carbone........ 315
— Rapport sur le concours du prix Hugues (Physique)........ 1309
VILLARD (Paul) et ABRAHAM (H.). — Mesures de potentiels explosifs entre 20000 volts et 300000 volts. 1200
VILLAT (Henri). — Sur certaines équations intégrales d'un type nouveau et sur quelques problèmes qui s'y rattachent........ 758
— Sur un problème mixte de la Théorie des fonctions harmoniques dans une aire annulaire........ 518

MM. Pages.

VILLEY (Jean). — Sur les couples électriques dans les électromètres.... 767

VIOLLE (Henri). — De la vésicule biliaire prise comme lieu d'inoculation.......................... 1524

VIOLLE (J.). — Sur un retour momentané des fleurs doubles d'un rosier à la forme simple 915

— Rapport sur le concours du prix Pierson-Perrin 1380

VIOLLE (L.) et LABBÉ (H.). — Ingestion d'acides minéraux chez un Chien partiellement dépancréaté.. 1085

VOISENET (E.). — Sur un ferment de l'amertume des vins, agent de déshydratation de la glycérine........ 363

— Considérations nouvelles sur la maladie de l'amertume des vins dans ses rapports avec la fermentation acrylique de la glycérine............. 898

VOIGT (W.) est élu Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Van't Hoff*, décédé... 35

VUILLEMIN (Paul). — Mutation d'un hybride transmise à sa postérité et à ses produits en voie de disjonction. 551

W

WAGNER (Paul) fait hommage d'un Volume intitulé : « *Der Fall Soxhlet* ». 162

WAHL (André). — Le prix Berthelot (Chimie) lui est décerné.......... 1318

— Une médaille Berthelot lui est décernée 1373

WALCKENAER (François.) — Une partie du prix Félix Rivot lui est attribuée 1392

WEBSTER (A.-G.). — Sur un nouveau problème mixte de l'équation des télégraphistes 500

WEISS (Pierre) et BLOCH (O.). — Sur l'aimantation du nickel, du cobalt et des alliages de nickel et de cobalt. 941

WELSCH (Jules). — Sur un affaissement de l'Éocène inférieur au nord de Blaye, dans le pays de Cosnac (Charente-Inférieure) 368

— *Errata* relatifs à cette Communication. 408

WEYDERT (L.) et BARY (Paul). — Caractère apparemment réversible de la réaction de vulcanisation du caoutchouc par le soufre.......... 676

WOLFF (J.) et STŒCKLIN (E. de). — Sur la spécificité de diverses combinaisons du fer au point de vue de leur pouvoir catalytique oxydant.. 139

— *Errata* relatifs à cette Communication........................... 220

WILLOTTE (Henri). — Une partie du prix Vaillant (Mécanique) lui est attribuée 1281

WITT. — Une partie du prix Damoiseau (Astronomie) lui est attribuée..... 1300

WOLTERECK (H.). — *Errata* relatifs à une Communication du 8 mai 1911 intitulée : « *Sur la production de l'ammoniaque et l'économie de l'azote de la tourbe* »................. 144

Y

YUNG (Émile). — De l'insensibilité à la lumière et de la cécité de l'Escargot des vignes (*Helix pomatia* L.). 434

Z

ZEILLER (R.). — Sur une flore triasique découverte à Madagascar par M. Perrier de la Bâthie................. 230

— Fait hommage à l'Académie d'un Mémoire intitulé : « Étude sur le *Lepidostrobus Brownii* ».......... 862

— Est élu membre de la *Commission administrative* pour 1912.......... 1444

— Rapport sur le concours du prix Joseph Labbé (Minéralogie et Géologie). 1322

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
50147 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.